قوة التثاقل
gravity
pesanteur *(sf)*
Schwerkraft *(sf)*

هى تلك القوة المؤثرة بفعل جذب كتلة الأرض على جسم فوق سطحها ، و ← الجاذبية هى حالة خاصه من قوة التثاقل . ويستعمل هذا الإصطلاح فى المعنى المجازى لأى قوة تنشأ بفعل الجاذبيه مثل جذب النجوم أو الكواكب .

قوة التحليل
dispersion
dispersion *(sf)*
Dispersion *(sf)*

هى عبارة عن مقياس لقدره فصل منظار أو أحدى ← الأجهزة الفلكيه الراديويه أو ← مطياف .

القوة الطاردة
repulsive froce
force de répulsion *(sf)*
Repulsivkraft *(sf)*

هى القوة المؤثرة على غازات ← مذنب ، والتى تعمل على ضغط الجزئيات المنبعثة من رأسه فى إتجاه مضاد لإتجاه جذب الشمس ، بحيث ينشأ الذيل على الناحية من المذنب غير المقابلة للشمس . وينشأ جزء من القوة الطاردة بفعل ضغط الإشعاع بينما الجزء الآخر ناشىء من الإشعاع الجسيمى الشمسى .

القوس (والرامى)
Sagittarius, Sgr. *(L)*
archer
Sagittaire *(sm)*
Shütze *(sm)*

هو أحد البروج ويرمز بالرمز ♐ ، وينتمى إلى دائرة الحيوانات ويوجد فى نصف الكرة الجنوبى يشاهد هذا البرج فى ليالى الصيف . وفى البرج تمر سكة التبانة بما فيها من سدم مجرية لامعة وسحب داكنة ، كما يوجد به أيضا عديد من الحشود النجومية علاوة على المنبع الراديوى ، **القوس - A** . وتعبر الشمس فى خلال حركتها السنوية الظاهرية هذا البرج تقريبا من منتصف ديسمبر حتى النصف الثانى من يناير .

قياسات جوتنجن الإشعاعية
Göttenger Aktinometrie *(sf)*

هى ← المصنف النجومى الذى عمله كارل شوارتز شيلد .

القياسات السماوية
uranometry
uranometrie *(sf)*
Uranometrie *(sf)*

هى عنوان للعديد من الخرائط النجومية القديمة .

قياسات الاشعاع
actinometry
actinométrie *(sf)*
Aktinometrie *(sf)*

هى قياسات إشعاع نجم . وقياسات جوتنجن هى عبارة عن ← مصنف نجومى يحتوى على لمعان النجوم . ومقياس الاشعاع هو عبارة عن جهاز لقياس الإشعاع ، على سبيل المثال قياس ← الثابت الشمسى .

قياسات الضوء
photometry
pnotométrie *(sf)*
Photometrie *(sf)*

← الفوتومترى

القياسات الضوئية الفلكية
astronomical photometry
photométrie astronomique *(sf)*
Astrophotometrie *(sf)*

← الفوتومترى .

القياسات الضوئية فى ثلاثة ألوان
three color photometry
photométrie à trois couleures *(sf)*
Dreifarbphotometrie *(sf)*

← فوتومترى متعدد الألوان يقاس فيه لمعان النجم فى ثلاثة مناطق طيفية .

القياسات الضوئية الطيفية
spectral photometry
spectrophotométrie *(sf)*
Spektralphotometrie *(sf)*

هى طريقة لتعيين توزيع اللمعان فى الطيف ، ← الفوتومترى .

القياسات الفلكية
astrometry
astrométrie *(sf)*
Astrometrie *(sf)*

(الأسترومترى) هى إحدى فروع علم الفلك ،

وتهتم بقياسات الأجرام السماوية بإعتبارها نقطية الشكل . كما يهتم فرع القياسات الفلكية بدراسة العوامل التى تؤدى إلى تغيير ظاهر فى مواقع الأجرام السماوية على الكرة السماوية . وبالاضافة إلى هذا تهتم القياسات الفلكية بنظرية الآلات المستخدمة فى تحديد مواقع النجوم وكذلك بطرق تقييم نتائج القياسات فى الأغراض الفلكية العديدة . ولا تدخل فى نطاق الأسترومترى تلك القياسات التى تعتبر فيها الأجرام السماوية كجسم طبيعى أى القياسات التى تقع فى نطاق الفيزياء الفلكية . ولما كان تحديد مواقع الأجرام السماوية على الكرة السماوية من إختصاص علم الهيئة فإنه يطلق عليه أحيانا إسمى **فلك المواقع** أو **الفلك الكروى** .

يتم قياس مواقع الجرم السماوى حسب نظام معين من الإحداثيات الفلكية . وهناك زحزحات تحدث فى مثل هذا النظام الإحداثى نتيجة كل من السبق والكبو . وتوالى حدوث هذا التغيير يوجب البحث عن ← نظام الإحداثيات الثابت . وبالإضافة إلى ذلك فإن الوضع الظاهرى للجرم السماوى على الكرة السماوية يتغير نتيجة عوامل مختلفة أخرى هى بالتحديد الزيغ الضوئى وإختلاف المنظر . لهذا فإن من واجبات الأسترومترى أيضا تعيين هذه المؤثرات .

يمكن عن طريق المقارنة بين أوضاع نجم ما على نفس النظام الاحداثى فى أزمنة متباعدة تحديد التغيير المطلق فى وضع النجم على الكرة السماوية أى حركة النجم الذاتية . والحركة الذاتية مع السرعة الخطية ، التى يمكن تعيينها من دراسات الفيزياء الفلكية تمثلان أساس دراسة الحركات فى المجرة . والتغيير المقاس فى مواقع الكواكب وأقمارها وكذلك فى مواقع الكويكبات والمذنبات هو المنطلق لتحديد مدار هذه الأجسام السماوية . كذلك فإنه يمكن تعيين مدارات النجوم المزدوجة بمعلومية التغيير فى المواقع . ينتج عن حركة المشاهد ، نتيجة دوران الأرض حول نفسها أو دورانها فى مدارها حول الشمس ، تغيير ظاهرى فى مواقع الأجرام السماوية ، يسمى بحركة إختلاف المنظر ، التى يقوم بتعيينها الأسترومترى كذلك ؛ وتمثل حركة إختلاف المنظر الأساس لتحديد المسافات الفلكية ، كما يحتل ، فى هذا المجال ، إختلاف المنظر الشمسى أهمية خاصة . ومن واجبات القياسات الفلكية علاوة على ما ذكر أسس تحديد المواقع الجغرافية وكذلك التحديد الفلكى للزمن .

قيثارة السلياق

Wega *(A)*

هى نجم ← النسر الواقع .

قيطس

Cetus, Cet *(L)*
Sea monster, Whale
baleine *(sf)*
Wahlfisth *(sm)*

كوكبة متباعدة الأطراف من كوكبات المنطقة الإستوائية ، ترى فى ليالى الخريف والشتاء . والنجم o فى هذه الكوكبة معروف بإسم ← الأعجوبة أو أعجوبة قيطس ، وهو نجم متغير يعتبر نمطا للمجموعة من المتغيرات المسماه بإسم ← نجوم الأعجوبة .

قيفاوس

Cepheus, Cep *(L)*
cepheus
céphée *(sm)*
cepheus *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكرة الشمالى ، التى تبقى معظمها دائما فوق الأفق فى خطوط عرضا . ويصل قيفاوس بأجزاءه الجنوبية إلى داخل الطريق اللبنى . ويسمى ألمع نجم فيه (α) ← الدبران . والنجم δ (دلتا) قيفاوى نجم متغير ويعتبر نمطا لمجموعة من المتغيرات هى ← نجوم دلتا قيفاوى .
وهذا النجم عبارة عن مزدوج مرافقه على بعد ٤١″ . ويمكن رؤية هذا المرافق بواسطة مرقب متوسط . كما أن النجم μ متغير أيضا ويسمى حسب لونه ← نجم الجرانيت .

قيفاويات

Cepheids
cepheids
cepheiden

مثل ← نجوم دلتا قيفاوى .

(ك)

كاثيوبيا

cassiopia, Cas *(L)*
cassiopea
cassiopée *(sf)*
Kassiopia *(sf)*

هى كوكبة ← ذات الكرس .

الكأس

cup
coupe *(sf)*
Becher *(sm)*

هو كوكبة ← الباطية .

كابتين

Kaptayn

هو يعقوب كورنيليوس كابتين الفلكى الهولندى المولود بتاريخ ١٩ يناير ١٨٥١ فى بارنيفلد والمتوفى بتاريخ ١٨ يونيو ١٩٢٢ فى أمستردام . وقد عمل كابتين فى كل من ليدن وجرونتجن ، كما إشتغل بالفوتومترى والحركة الذاتية للنجوم والإحصاء النجمى وتركيب مجرة سكة التبانة . وإنتقل فى أبحاثه الاحصائية النجمية من الطريقة التحليلية إلى الطريقة العددية (← نسق كابتين) ؛ وشرع نظام المساحات المختارة التى تسمى أيضا ← حقول كابتين . وقد أصدر كابتين مصنفا كبيرا يحتوى على لمعان النجوم فى نصف الكرة الجنوبى .

كاستور

castor
castor
Kastor *(sm)*

هو النجم المعروف بإسم ← نير التوأمين أو رأس أفلون المبسوطة .

كاسينى

Cassini

هو جيوفانى دومينكو كاسينى الفلكى الفرنسى المولود بتاريخ ٨ يونيو ١٦٢٥ فى باريناللدو بجوار نيزا والمتوفى بتاريخ ١٤ سبتمبر ١٧١٢ فى باريس ؛ كان فى عام ١٦٥٠ أستاذا فى بولونيا ، ومنذ عام ١٦٦٩ مديرا لمرصد باريس تحت الانشاء ثم أصبح مديرة بعد ذلك . وولده جاكس كاسينى (١٦٧٧ ـ ١٧٥٦) وحفيده فرانسواز كاسينى وإبن حفيده جاكس دومينكو كاسينى (١٧٤٨ ـ ١٨٤٥) . وقد كان كاسينى فلكى ناجح . ومن بين إكتشافاته دوران المشترى وحلقات زحل التى سميت بإسمه وكذلك أربعة من أقمار زحل ؛ ← فاصل كاسينى .

كاليستو

Kalisto

أحد ← توابع المشترى .

كانت

Kant

هو الفيلسوف عما نويل كانت المولود بتاريخ ٢٢ إبريل ١٧٢٤ فى كونجزبرج والمتوفى بتاريخ ١٢ فبراير ١٨٠٤ فى نفس البلدة . ومن أعماله ذات الأهمية الفلكية «التاريخ العام للطبيعة ونظرية الكون» عام ١٧٥٥ . وفى هذا الكتاب أرسى كانت أسس نظرية وجود النجوم فى مجموعات نجومية متباعدة عن بعضها فى الكون ومتشابهة . وقد سبق بذلك كانت نتائج الإحصاء النجمى . وفى نفس الكتاب توجد نظرية عن نشأة المجموعة الشمسية ، تعتبر كبداية للكسموجونى العلمى ؛ فما إحتوته من إفتراضات من حيث نشأة المجموعة الشمسية من سديم أولى غير منتظم لا يزال حتى الآن من أسس النظرية الكسموجونية .

كانوبوس

Canopus
canopus
Kanopus *(sm)*

هو النجم ← سُهيل .

كبلر

Kepler

هو يوحنا كبلر الفلكى المولود بتاريخ ٢٧ ديسمبر

١٥٧١ بإحدى ضواحى مدينة (فيرت) والمتوفى بتاريخ ١٥ نوفمبر ١٦٣٠ بمدينة «ريجنس برج» . وقد ترعرع كبلر فى ظروف غير سارة ، إلا أن نبوغه كان واضحا بحيث أرسله مُربيه إلى مدرسة معبد. وفى السابعة ذهب كبلر مدرسة البروتستانت الدينية الخيرية فى «تيبنجن» كى يصبح قسيسا ، فحصل هنا ، على شهادتها فى عام ١٥٩١ . وفى الحقيقة فإن كبلر قد إهتم برغبة كبيرة بدراسة الرياضة والفلك وكان أستاذه فيهما «ماشيلين» ، الذى حَمَّس كبلر لتعاليم كوبرنيكوس . وفى عام ١٥٩٤ سافر كبلر إلى جراتز ليعمل بها معلما للرياضة . وهناك كتب أول بحث له عن «أسرار الكون» ، حاول فيه إيجاد العلاقة بين المدارات الدائرية للكواكب الموجودة فى تعاليم كوبرنيكوس وبين الخمس أجسام (البلاتونية) المنتظمة فى الهندسة ، وبالتالى إيضاح تعاليمه الجديدة . وعلى سبيل المثال أصبح من الممكن إعطاء مدار المريخ بالبحث فى المدار الذى يغلف مدار بيضاويا للأرض حول الشمس بدلا من المدار الدائرى المعروف . إلا أن كبلر أدرك بسرعة أن مثل هذه التوقعات لا تتفق مع الأرصاد . وعلى الرغم من ذلك حظى كبلر عن طريق بحثه هذا على كثيرا من العرفان ، وكذلك من جاليليو وعلى وجه الخصوص من تيكو براهى ، الذى أوصى بالتمسك بالأرصاد . وبسبب إضطهاد البروتستانت إضطر كبلر إلى أن يترك جراتز ، وقبل عرض تيكو براهى للعمل معه . وعلى ذلك سافر كبلر إلى براغ عام ١٦٠٠ وأصبح فيها عام ١٦٠١ خليفة لبراهى بعد وفاته فى وظيفة الرياضى القيصرى . ومن هنا حصل كبلر على أرصاد تيكو براهى وبدأ مباشرة فى تحليلها . وبدأ أولا بمحاولة إيجاد توافق بينها وبين تعاليم كوبرنيكوس إلا أنه لم يتمكن من ذلك . وبعد حسابات إستمرت سنين طويلة وجد أخيرا ، أنه يمكن إيجاد تطابق مع الأرصاد عندما نفترض أن الكواكب تتحرك فى قطاعات ناقصة حول الشمس وأن الخط الواصل بين الشمس والكواكب يقطع مساحات متساوية فى فترات زمنية متساوية . وهذا هو محتوى القانونين الأول والثانى المسميان حتى الآن بإسم كبلر والذى قام بنشرهما عام ١٦٠٩ فى مجلة «الأسترونوميا نوفا» أو الفلك الجديد . وبذلك أزال كبلر النقص فى نظرية كوبرنيكوس للكواكب وساعد فى الإعتراف بنظرية مركزية الشمس . بجانب هذا إهتم كبلر منذ عام ١٦٠٤ بالبصريات . ظهر ذلك فى كتابه «أو فيتاليونم باراليبومينا» وعلى وجه الخصوص فى كتابه «ديو بتريسى» الذى صدر فى عام ١٦١١ . وفى هذا الكتاب فسر كبلر نظرية المنظار الذى عرف بإسمه . كما قام بتصميم المنظار الفلكى أو تلسكوب كبلر . وفى عام ١٦٠٤ رصد كبلر نوفا فى كوكبة الحَوَّيه ، وهذه إحدى ثلاث نوفا ظهرت فى الطريق اللبنى وتعرف عن طريق مشاهدة إشعاعها .

ساءت ظروف حياة كبلر المادية أكثر وأكثر أثناء صعوده مجده . فقد كان مرتبه يعطى له فى أجزاء بسيطة ، ولذلك عمل على الحصول على نفقات حياته من إصدار التقويم وعمل الهوروسكوب ولو أنه كان ينوه دائما بعدم جدواها . وفى عام ١٦١٢ قبل كبلر العمل فى وظيفة بمعهد «لنز» بعد وفاة القيصر رودولف الثانى . وهناك واصل العمل فى جداوله الكوكبية ، التى ظهرت فى عام ١٦٢٧ بإسم «الجداول الرودوليفينية» . وقد إستعمل فى حساباته أرصاد براهى وما أوجده من قوانين لحركة الكواكب . وبذلك حصل كبلر على دقة عالية أدت لأن تظل هذه الجداول أساسا لأرصاد الكواكب حتى منتصف القرن الثامن عشر . وفى نفس الوقت تناول كتابه الأول وحاول دراسة تكوين المجموعة الشمسية وذلك بإعداد نظرية مبسطة . وكنتيجة لذلك ظهر فى عام ١٦١٩ كتابه «هارمونيكس موندى» الذى نشر فيه قانونه الثالث . وظلت متاعب كبلر المادية والعائلية كما هى ، بحيث كان عليه أن يقاسى من الحرب حيث توفى أطفاله ورفعت

دعوى على والدته بالسحر . وبسبب ديون سحبها كبلر مسبقا فقد أوصى به القيصر إلى فالشتين فسافر إليه فى عام ١٦٢٨ إلى ساجان (حاليا زاجان) . ووعده فالشتاين بالمساعدة ، إلا أنه لم يدفع له شيئا . بعد ذلك سافر كبلر فى عام ١٦٣٠ إلى ريجنزبورج حيث مجلس فالشتين ليحصل منه على شيء ، وبدون أن يحصل على شيء توفى على أثر الرحلة .

ومن أعمال كبلر الأساسية أسرار الكون ١٥٩٦ ثم فى عام ١٦٠٤ إضافات فى البصريات وفى عام ١٦٠٩ الفلك الحديث وفى عام ١٦١١ الدايبتور وفى عام ١٦١٩ توافق الكون وفى عام ١٦٢٧ الجداول الرودولفينية .

الكبو

wutation
nutation *(sf)*
nutation *(sf)*

← السبق .

الكتلة

mass
masse *(sf)*
Masse *(sf)*

هى خاصية المادة التى تميزها فى وجود مجال جاذبية أو تغيير فى السرعة . ولكل جسم قصور ذاتى ، أى أنه لابد أن يتأثر بقوة K كى يتغير سرعته . وهذه القوة تتناسب مع العجلة b الناتجة ومع كمية أخرى تسمى الكتلة الحاملة m_t ، حيث $K=m_t x b$.وعلاوة على ذلك فإن كل جسم له كتله يتأثر بقوة وخصوصا فى مجال جاذبية الأرض . ويتم تمييز هذه القوة بأنها وزن الجسم . فالوزن G يتناسب مع عجلة الجاذبية g ، ذات القيمة الثابتة وكمية أخرى يطلق عليها كتلة تثاقل الجسم ؛ $G = m_g \times g$ = . وتعمل قوة الجذب m_g على أن يسرع الجسم بسرعة السقوط الحر إلى الأرض بحيث تكون العجلة (على حسب المعادلة الأولى) : $b = \frac{m_g \cdot g}{m_t}$. وقد إتضح أنه فى وجود أى قوة فإن جميع الأجسام تسقط بنفس العجلة . أى أن b ثابتة . وعلى ذلك لابد أن تكون النسبة m_t / m_g ثابتة لجميع الأجسام، لأن g ثابته فى المكان الواحد . وتتناسب الكتله الحامله فى جسم ما مع كتلة تثاقله ، ولذلك فإننا لانحتاج إلى التمييز بينهما بل يمكن أن نضع $m_g=m_t$ ونتحدث فقط عن m .وقد إستطاعت نظرية النسبية إثبات تساوى الكتلة الحامله مع كتلة التثاقل . والوحدة الأساسية للكتلة هى الكيلوجرام ، وتختصر كجم (وتقاس قوى وموازين بالكيلو بوند أى الألف رطل) .

أدت نظرية النسبية الخاصة إلى تغييرات كبيرة أيضا فى فكرتنا عن الكتلة . فقد أوضحت النظرية أن الكتلة m مكافئة للطاقة E خلال العلاقة : $E = mc^2$ ، حيث C سرعة الضوء . وفى العمليات الأولية مثل بناء الأزواج أو التحلل الضوئى أو فى حالة قصور الكتلة يتضح أنه تبعا لهذه العلاقة فإن الكتلة تتحول إلى طاقة وكذلك فإن العكس ممكن . علاوة على هذا فإنه تبعا لنظرية النسبية لم تعد الكتلة قيمة ثابتة وإنما تزداد بزيادة سرعة الجسم v تبعا للعلاقة :

$$m = m_0 \Big/ \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

حيث c سرعة الضوء ، m_0 كتلة الجسم فى حالة الثبات .

كتل النجوم

stellar masses
masses stellaires *(pf)*
Masse der sterne *(sf)*

يمكن تعيين الكتل إذا أمكن رصد تأثير جذبها ، الأمر الذى يمكننا إجراؤه بالنسبه للنجوم المزدوجه ، التى يتحرك فيها عنصرى المجموعه حول مركز الثقل المشترك وكذلك فى حالة النجوم الفرديه يشاهد فى طيفها تأثير دوبلر حسب نظرية النسبيه .

(١) إذا رمزنا لنصف القطر الأكبر لمدار التابع النسبى فى حالة نجم مزدوج بالرمز a (بالوحده الفلكيه) ، وإلى زمن الدوره حول النجم الرئيسى بالرمز P

(بالسنين) ، وإلى كتلة النجمين بالرمزين M_1 ، M_2 (بوحدات كتلة الشمس) ، فإننا نحصل تبعا لقانون كبلر الثالث على العلاقه :

$M_1+M_2=\frac{a^3}{P^2}$ ، وإذا ما عرفنا كل من زمن الدوره ونصف القطر بالوحدات الطوليه فإنه يمكننا الحصول على مجموع الكتلتين. وفى حالة المزدوجات المرئيه يمكننا فقط تعيين نصف القطر الأكبر للنجم التابع حول النجم الرئيسى بالوحدات الزاويه ، أى بالثوانى القوسيه ، إلا إذا كان بعد النجم عنا معروفا فإنه يمكنا فى هذه الحاله إستنتاج a بالوحدات الطوليه . ولما كان نصف القطر الأكبر يدخل بالأس الثالث فى المعادله السابقه ، فإن الأخطاء الصغيره فى تحديد نصف قطر المدار تؤثر بدرجة كبيره فى تعيين الكتل . ويمكننا الحصول على معلومات دقيقه عن كتل النجوم بواسطة المزدوجات القريبه من الشمس ، حيث أن الأخطاء فى تحديد المسافه تكون فى هذه الحاله أقل ما يمكن . وبدون معرفة البعد يمكننا معرفة مجموع كتلتى المجموعه عندما نستطيع تحديد سرعة التابع فى مداره من الدراسات الطيفيه . ومن كل من السرعه المداريه وطول الدوره نستنتج طول المدار ، وتبعا لذلك طول نصف القطر الأكبر بالوحدات الطوليه . ومن الملاحظ أن ذلك ممكن فقط بالنسبه لعدد قليل من النجوم .

نستطيع الحصول على كتلة كل نجم على حده إذا كان من الممكن تحديد مدار كل منهما على حده حول مركز الثقل المشترك . وفى هذه الحاله ، إذا رمزنا إلى نصف القطر الأكبر للنجمين بالرمزين a_1 ، a_2 فإن : $\frac{M_1}{M_2}=\frac{a_2}{a_1}$ ومن هذه العلاقه والعلاقه السابقه يمكن حساب كتلة كل من النجمين . وعدد النجوم المزدوجه البصرية التى نعرف كتل نجميها بهذه الطريقه صغير جدا ويبلغ حوالى ٤٠ مجموعه فقط .

فى حالة المزدوجات الطيفيه لا يمكن رصد نصف القطر الأكبر مباشره ، وإنما مسقطه على المستوى المماس على الكره السماويه . ويعتمد هذا المسقط على درجة الميل على المستوى المماس . ولما كان من غير الممكن تحديد هذا الميل مباشرة ، لذلك لا يمكن تحديد الكتله صافيه وإنما مضروبه فى عامل معين يدخل فيه الميل الغير معروف للمدار بالنسبه للمستوى المماس . أما فى حالة المزدوجات الطيفيه التى يمكن قياس طيف كل منها ، وبالتالى فإن حركته معروفه فإن العلاقه بين الكتلتين هى :

$\frac{M_1}{M_2}=\frac{a_2}{a_1}$ ويمكن إستخراجها بدون ما حاجه إلى معرفة الميل ، لأن نفس المعامل الغير معروف يدخل فى كل من a_1, a_2 ، إلا أن قيمة كل كتله على حده مرتبطه بالمعامل المجهول . وإذا كان ميل المدار كبير جدا بحيث يكون المزدوج الطيفى أيضا متغيرا كسوفيا فإنه يمكن تعيين الميل من المنحنى الضوئى ، وبذلك يمكن تحديد كل من الكتلتين بدقة كبيره ، وهذا ممكن حتى الآن فقط بالنسبه لعشرين مزدوجا .

إنه بإفتراض أن ميل المدار فى الكون ليس له قيما تفضيليه ، فإنه يمكن أخذ قيمه متوسطه له . وتبعا لذلك نحصل على قيمة متوسطه لطول القطر الأكبر وبالتالى قيمة متوسطه لكتل النجوم . بهذه الطريقه نسقط من حسابنا إحتمالات وجود نجوم مختلفه الكتل ، إلا اننا نحصل على كتلة غالبية النجوم ، الشئ الذى يكفى للأغراض الاحصائيه .

(٢) تعتمد إمكانية تعيين كتل النجوم المنفرده على حدوث إزاحة حمراء لطيف النجم فى مجال جاذبيه . وتبعا لنظرية النسبيه العامه فإن كل طاقه معادلة لكتله . وعند مغادرة النجم فإن الفوتونات الضوئيه لابد أن تبذل شغل ضد جاذبية النجم . وبذلك فإن هذه الفوتونات تفقد طاقه تؤدى إلى إزاحه فى الخطوط الطيفيه ناحية الطول الموجى الأكبر تظهر على شكل إزاحة حمراء فى الطيف . وإذا رمزنا بالرمز $\Delta\lambda$ إلى الإزاحه فى طول الموجه فإن القيمة $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ تتناسب مع $\frac{M}{R}$: على إعتبار M الكتله ، R نصف قطر النجم . أى أنه يمكن تحديد كتلة

النجوم المعروف نصف قطرها بمساعدة الإزاحه الحمراء $\Delta\lambda$. لكن الإزاحه الحمراء النسبيه لا يمكن فصلها بسهولة عن الإزاحات أو الإتساعات الخطيه الناشئه من عوامل أخرى ، على سبيل المثال إتساع الخطوط نتيجة الاضطرابات فى أجواء النجوم أو الإتساعات الخطيه نتيجة للضغط العالى . ويمكن عمل هذا الفصل فقط فى حالة النجوم ذات نصف القطر الصغير ، أى تقريبا الأقزام البيضاء أو النجوم ذات الكتل الكبيره ، لأن الإزاحه الحمراء النسبيه تكون كبيره فى هاتين الحالتين . وقد حسب «ترُمبلر» فى حالة النوع الأخير كتل للنجوم تصل بين ٥٧ إلى ٤٠٠ مره قدر كتله الشمس ، وإن كان من غير المحتمل صحة هذه القيم .

بصرف النظر عن هذه القيم الترمبلريه ، فإننا نجد الإختلاف فى الكتل الفرديه للنجوم بسيط نسبيا . وأقل كتلة وجدت حتى الأن هى للنجم Luyten 626 - 8B حيث تقدر كتلته بحوالى ٠٤ر٠ فقط من كتلة الشمس . (التابع الغير مرئى ، نجم السهم ، له كتله أقل من ذلك إلا أنه لا يمكن القول بأنه نجم وإنما جسم شبيه بالكواكب) وحسب جميع الإحتمالات فإن هذا ليس الحد الأدنى لكتل النجوم ، فمن المؤكد أن هناك كتل تصل بين كتل النجوم وكتل الكواكب . وللنجوم صغيرة الكتله قوه إشعاعيه بسيطه بحيث أنها ترى فقط بصعوبه . والحد الأكبر للكتله ، تبعا للدراسات النظريه ، يبلغ حوالى ٦٠ مره قدر كتلة الشمس . أما النجوم الأكبر كتلة من ذلك فيحتمل أن تحدث فيها نبضات تفضى بكتل منها . أى أن ما وجده «ترمبلر» من قيم لا يتفق مع الحدود النظريه ، ويحتمل أن يكون هناك خطأ فى الإستنتاج من الأرصاد . والعلاقه بين الكتله والنوع الطيفى فى جدول ← أبعاد الحاله . كذلك توجد علاقه بين الكتله وقوة إشعاع النجوم ، ← الكتله – واللمعان .

الكتله واللمعان

mass luminosity
masse *(sf)* **- luminosité** *(sf)*
Masse *(sf)* **- Hilligkeit** *(sf)*

← العلاقه بين الكتله واللمعان .

الكتله ونصف القطر

mass - radius
masse *(sf)* **- rayon** *(sm)*
Masse *(sf)* **- Radius** *(sm)*

← العلاقة بين الكتله واللمعان .

الكثافه

density
densité *(sf)*
Dichte *(sf)*

هى الكتله الموجوده فى وحدة الحجم . ووحدات الكثافه هى الجرام/سم^3 . والكثافه المتوسطة لجسم غير منتظم هى عباره عن النسبه بين كتلته وحجمه الكلى . وأحيانا يستعان بالكثافه أيضا فى مجال التعبير عن عدد الجزيئات فى وحدة الحجم (كثافة الجزيئات) أو عدد النجوم (كثافة النجوم) فى وحدة الفضاء . وتحت كثافة الطاقه نقصد كمية الطاقة الموجوده فى كل وحده حجم .

كثافة الجرم السماوى

density of the heavenly body
densite du corps céléste *(sf)*
Dichte des Himmelskörpers *(sf)*

الكثافة S المتوسطه لجرم سماوى يمكن حسابها من الكتله M ونصف القطر R بالعلاقه :

$\varrho = M / \tfrac{3}{4} \pi R^3$ ؛ حيث π = ٣ر١٤٢ وفى حالة النجوم فإن كل من الكتله ونصف القطر يمكن تحديده بدون الإعتماد على الآخر وبطريقه دقيقه إلى حد ما فى حالة المتغيرات الكسوفيه . لذلك فإننا نحصل على قيم دقيقه نسبيا للكثافه المتوسطه . وفى حالة تعيين نصف القطر من القوة الإشعاعيه للنجم ودرجة حرارته الفعاله أى بطرق إشعاعيه نظريه فإننا نحصل على قيم للكثافه غير دقيقه لأن درجة الحراره تدخل بالأس السادس فى الحسابات ، فينتج

عن خطأ بسيط فى قيمة درجة الحراره خطأ كبير فى نتيجة الكثافة المتوسطة .

إن الكثافة المتوسطة للنجوم متباينه بدرجة كبيره وتعتمد على إنتماء النجم لنوع طيفى معين أو قوة إشعاعيه معينه . وأصغر قيمه للكثافة المتوسطة هى تلك التى نحصل عليها لفوق العمالقة ، حوالى ١٠$^{-٦}$ جم/سم^{٣} ، وأكبر قيمة هى للأقزام البيضاء ، حوالى ١٠^{٦} جم/سم^{٣} (أى ١٠٠٠كجم/سم^{٣} !) والكثافة المتوسطه فى حالة النجوم النيوترونيه أكبر من ذلك بكثير وتقدر بحوالى من ١٠^{١٤} إلى ١٠^{١٥} جم/سم^{٣} . وفى جدول ؛ ← أبعاد الحالة ، يمكننا رؤية التغيير فى الكثافة المتوسطة من نوع طيفى إلى آخر.

وعن كثافة الكواكب ، ← الكواكب . وعن كثافة الأجسام السماويه الأخرى قارن تحت أسمائها .

كثير المجرات

Hypergalaxis

ميتاجلاكسيس

الكدنى

Kidinnu *(A)*

هو الفلكى البابليونى الكدنى (حوالى ٣٤٣ ق. م) . كان رئيسا للمدرسة الفلكية فى شيبرا . إكتشف تبادر الإعتدالين ، ووصف بطريقة رياضية حركات كل من القمر والكواكب . وقد تم إطلاق إسم الكدنى على إحدى مناطق الجانب الآخر من سطح القمر.

الكركى

Grus, Gru *(L)*
Crane
Grue *(sf)*
Kranich *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكره الجنوبى .

الكره

sphere
sphére *(sf)*
Sphäre *(sf)*

تعنى فى الفلك تماما مثل ← الكره السماويه .

الكره السماويه

Celestial sphere
sphére céleste *(sf)*
Himmelssphäre *(sf)*

هى كره خياليه تبدو عليها مساقط النجوم من مكان المشاهده ويمكن إختيار نصف قطر الكره السماويه بحريه كما يمكن أيضا أن يكون لا نهائى . ويتقابل محور دوران الأرض (محور السماء) مع الكره السماويه فى قطبى السماء بحيث يكون القطب الشمالى فى إتجاه إمتداد محور الأرض إلى قطبها الشمالى بينما القطب الجنوبى فى الإتجاه المضاد على السماء . كنتيجة لدوران الأرض حول محورها تصنع النجوم مدارات دائريه ظاهريه حول قطب السماء وتسمى هذه الحركه بالحركه اليوميه . يسمى الخط على الكره السماويه الذى ينشأ من إمتداد المستوى العمودى على محور السماء بخط الإستواء السماوى .

الكره اللونيه الشمسيه

chromosphere
chromosphére *(sf)*
Chromosphäre *(sf)*

← الكروموسفير .

الكره الناريه

fireball
bolide *(sm)*
Feuerkugel *(sm)*

هى شهاب يزيد لمعانه عن القدر -٤ .

الكروموسفير

Chromosphere
chromosphére *(sf)*
Chromosphäre *(sf)*

هى الطبقه من الغلاف الشمسى الموجوده بين الفوتوسفير والكورونا ؛ ← الشمس .

الكرونوجراف (راسم الزمن)

coronograph
choronographe *(sm)*
Choronograph *(sm)*

هو جهاز يستخدم فى التحديد الدقيق لنقطة زمنيه . تحوى الكرونوجرافات القديمه علامات للثوانى بجانب العلامات المراد تعين أزمنتها بدقه وذلك

على شريحة ورق تتحرك بإنتظام . ويمكن قياس الزمن بالنسبه لعلامات الثوانى . أما فى الكرونوجرافات الحديثه فإن الأزمنه يتم طبعها مباشره على شريحة ورق .

الكرونولوجى

chronology
chronologie *(sf)*
Chronologie *(sf)*

هو علم ← الزمن . وعلم الزمن الفلكى يهتم بتحديد المقاييس والأعمار الفلكيه وذلك بالإعتماد على الأرصاد . وإلى هذا ينتمى أيضا تاريخ الأحداث وما قبل التاريخ بناءا على الأحداث الفلكيه مثل مكان وزمان حدوث كسوف أو خسوف أو تقابل معين للكواكب . أما علم الزمن التكنيكى فيهتم بأمور التقاويم وتطورها التاريخى .

الكرونومتر

chronometer
chronométre *(sm)*
Chronometer *(sm)*

← الساعه .

الكريات

globules
globules *(pm)*
Globule *(pf)*

هى سحب مستديره صغيره ومعتمه ، أى أنها تَجمُّع من غبار ما بين النجوم يمتص أشعتها . وتشاهد الكريات على شكل أقراص معتمه أمام السدم اللامعه فى السماء . وعلى الرغم من صغر حجمها فإن الكريات تمتص الضوء بشده جدا ، الشئ الذى يدل على كثافة عاليه . تقدر أقطار الكريات الصغيره بحوالى ٠٥ر٠ بارسك (حوالى ١٠٠٠٠ وحده فلكيه) ، كما يقدر إمتصاصها الكلى بمقدار ٥ أقدار وكثافة ترابها بأكثر من $١٠^{-٢١}$ جم/سم^{٣} . هذا وتصل أقطار الكريات الكبيره إلى حوالى ٥ر٠ بارسك ويبلغ إمتصاصها ٥ر١ قدرا وكثافة ترابها ٥×١٠^{-٢٣} جم/سم^{٣} . وبذلك فإن كثافة الكريات أكثر من ١٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠ مره عن مثيلاتها من السحب العاديه ذات الأحجام الكبيره . وكتله المادة التى تمتص الضوء فى الكريات تبلغ من ٠٠١ر٠ إلى ١ر٠ من كتلة الشمس . ويلاحظ أن جميع هذه القيم غير مؤكده بعد . ومن الممكن أن تكون الكريات مراحل أولى لنشأة النجوم (اللوحه ٦) .

كسموبيلوجى

cosmobiology
cosmobiologie *(sf)*
Kosmobiologie *(sf)*

تماما مثل ← أستروبيولوجى .

الكسموجرام

cosmogram
cosmogram *(sm)*
Kosmogramn *(sm)*

الهوروسكوب .

الكسموجونى

cosmogony
cosmogonie *(sf)*
Kosmogonie *(sf)*

هو تعاليم نشأة الأجسام السماويه وغالبا ما ينتمى إلى ذلك أيضا تعاليم تطور هذه الأجسام . فعلى سبيل المثال ينتمى ← تطور النجوم ، إلى الكسموجونى . إلا أن تطور الكون ككل ينتمى إلى الكسمولوجى، وإن كان الكسمولوجى هو تعاليم حالة الكون . ولو أخذنا المعلومات المؤكده عن الكون فى الإعتبار فإننا نجد أن كونا ثابتا ، أى عديم التغيير ، لا وجود له ، وإنما يتواجد الكون فى حالة إنكماش أو حالة تمدد . وبذلك فإن معظم النماذج الكونيه ، أى النظريات ذات الإفتراضات المحدده حول حالة الكون ككل ، تفترض إما إنكماشا أو إتساعا أى تأخذ فى الإعتبار تغييرات كبيره تكون بمثابة تطور على فترات طويله على أن النموذج الكونى المختص يشرح مسار التغيير أى عملية التطور فى الكون .

تحاول كل نظرية كسموجونيه تفسير حالة الأجسام الكونيه التى نشاهدها الآن على أنها ناشئه من حالة سابقه ، والحالة السابقه يجب إختيارها بحيث تكون

المادة فيها على صورة بسيطة بقدر الإمكان وبالتالى معقوله فى شرحها . فعلى سبيل المثال يُفترض سديم غازى غير منتظم الشكل كمصدر لتطور المجموعات النجوميه أو المجموعة الشمسيه . وللمحافظة على الناحية العلميه للنظريات الكسموجونيه وحتى لا تدخل فى متاهات ومضاربات فإننا نفترض أن الأجسام السماوية التى نشاهدها قد نشأت وتطورت حسب القوانين الطبيعيه المعروفه .

تزداد صعوبة آية نظرية كسموجونيه كلما كثرت الظواهر التى يجب تفسيرها والتى تنشأ معا من حالة بداية مشتركه . فعلى سبيل المثال نجد أن كسموجونى المجموعه الشمسيه أصعب بكثير من كسموجونى نجم بذاته أو حشد نجومى بمفرده . لهذا السبب فإننا نلجأ حاليا الى عمل نظريات لنشأة وتطور أجسام خاصة أو مجموعة أجسام مثل النجوم أو الحشود النجومية أو المجموعة الشمسيه من مادة ما بين النجوم ؛ أى أننا لا نحاول تفسير نشأة كل الأجرام السماويه بواسطة نظرية واحده .

إن جميع النظريات الكسموجونيه لاتزال غير مؤكده بل إنها تحمل طابع الإفتراضات وهذا يأتى من أن المسائل الكسموجونيه تعتبر من المشاكل الصعبه فى الفلك ولا يمكن معالجتها إلا بمعرفة تامه بالإسس الفلكيه والطبيعيه . يضاف إلى ذلك أن عمليات نشأة الأجسام السماويه تسير ببطئ شديد ، بحيث لا يمكن متابعة تطورها مباشرة .

(I) إن **نظرية نشأة النجوم** على عكس ← تطور النجوم لاتزال حتى الآن غير مستكمله ، بحيث أنه لا يمكننا إستنتاج أى شئ عن تفاصيل ما يحدث . ولابد من محاولة البحث عن بعض العمليات التى يمكن أن تلعب دورا أثناء نشأة النجوم . من ذلك ما يُفترض الآن من أن النجوم نشأت من مادة مبعثره . ويتواجد كل من الغاز والغبار المبعثرين حاليا ايضا كمادة بين نجميه فى الأذرع الحلزونيه من مجموعة سكة التبانه والمجموعات النجوميه الحلزونيه الأُخرى . وما يتواجد فى هذه الأذرع من نجوم B.O الساخنه واللامعه جدا والتى تنتمى إلى الجمهرة I ، لا يمكن أن تكون معمره جدا (← تحديد العمر) ولما كنا نشاهد هذه النجوم دائما مرتبطة فضائيا مع تجمعات الماده غير النجوميه ، فإن ذلك يجعلنا نعتقد أن تلك النجوم قد نشأت من هذه الماده من وقت قصير نسبيا . بالاضافه إلى ذلك فلابد من إفتراض أن عملية النشأة هذه لازالت سارية فى الأماكن الموجود بها مادة غير نجومية ، إذ بعد أن تصل الكثافة فى تجمع من مادة ما بين النجوم إلى درجة كافية فإن الجاذبية الذاتية تطغى على كل قوى الطرد المركزية وتسبب الإنكماش . ومن سحابة غير نجومية عالية ، الكثافة كهذه ، التى تسمى فى هذه الحالة غير المستقرة «نجم أولى» ينشأ بواسطة الانكماش نجم جديد ويسير الانكماش أولا بسرعة فائقة الكبر ، لأن الطاقة المتحررة نتيجة إنكماش النجم الأولى يتم إشعاعها إلى الخارج بدون عائق . وبعد أن تزداد الكثافة بدرجة كافية يزداد إمتصاص مادة النجم للإشعاع الناشيء من داخله ، الشيء الذى يعمل على إبطاء الإنكماش وتعلو درجة الحرارة بدرجة كبيرة بحيث تبدأ فى الأجزاء الداخلية للنجم ، تفاعلات نووية ينتج عنها تحول الهيدروجين إلى هليوم (← إنتاج طاقة النجوم) ، (بتفصيل أكثر عن الظروف الطبيعية أثناء الانكماش وعن مسار النجم الأولى فى شكل هرتز سبرنج ـ راسل ← تطور النجوم) . أما إذا كانت كتلة النجم الأولى أقل من حوالى ٠٫٠٧ إلى ٠٫٠٩ من كتلة الشمس فإن درجة الحرارة التى يسببها الإنكماش لا تبلغ الدرجة الكافية لإشعال الإحتراق النووى . فى أثناء الإنكماش تعلو الكثافة لدرجة أن الغازلا يصبح مثاليا أى أنه يحيد عن قوانين الغاز العادية (← معادلات الحالة) . ومن هنا فإن درجة الحرارة تزداد فقط إلى حد أقصى ثم تقل ثانية أى أن النجم يبرد تدريجيا ثم يصبح ← قزم أسود .

لما كانت الكثافة العادية فى مادة السحب الغير نجومية لا تكفى لبداية الإنكماش فقد جرى البحث عن وسائل تؤدى إلى تكثيف كاف . إحدى هذه الوسائل ، التى يحتمل أن تؤدى إلى تكوين النجم الأولى تعتمد على التأثير المتبادل بين الموجود من النجوم وبين المادة النجمية . فبفعل الإشعاع النجمى الشديد يتمدد الغاز المتأين ويضغط بذلك المادة المجاورة الغير متأينة ، أى ذات درجة الحرارة المنخفضة ، وبالتالى الضغط الأقل . ومن ناحية أخرى فانه توجد إمكانية لنشأة النجوم كنتيجة لتصادم سحابيتن كبيرتين من مادة ما بين النجوم . وقد إتضح أن درجة الحرارة فى المناطق القريبة من المركز فى السحابة الجديدة الناشئة من التصادم منخفضة جدا بدرجة تجعل ما تحتويه هذه المناطق من كتلة كافيا لبدىء الإنكماش (انظر ← مادة ما بين النجوم ، الحركة) . ويسود الإعتقاد بأن النجوم تنشأ فى جماعات ، وليست منفصلة ، تحت الظروف السائدة فى الطريق اللبنى ، الشىء الذى تدل عليه الأرصاد الكثير لتجمعات نجوم O الحديثة . ومن الظاهر أن سحبا كبيرة مركبة تنكمش أولا ثم تتفكك إلى نجوم أولية منفردة .

يُعتقد فى غالب الأحيان أن ← الكريات ، وهى سحب كروية صغيرة وداكنة ، تمثل مرحلة أولى لنشأة النجوم . ومن المحتمل أن تكون أيضا أجسام هربيج هارو نجوما فى طور النشوء وقد ساد الإعتقاد فى الوقت الحديث بإكتشاف منابع تحت حمراء ذات درجة حرارة منخفضة بصورة خاصة ، وهذه إما أن تكون فى حالة نجم أولى أو أنها توجد مباشرة بالقرب من نجم أولى .

قد تختلف نشأة النجوم القديمة جدا من الجمهرة II فى كثير من تفاصيلها ؛ فبينما كانت هذه النجوم تتكون من الكتل الغازية الأولية لم يكن هناء على سبيل المثال نجوما كبيرة كما هو الآن يمكن أن تؤثر فى نشاطها . وعلى وجه الخصوص فإنه يُفترض أن المادة المنتشرة كان لها فى هذا الوقت تركيب كيماوى مختلف عما عليه مادة ما بين النجوم الآن . إن الآراء الحالية حول ← نشأة العناصر الكيماوية تقرب من وجهة النظر بأن «السديم الأولى» ، الذى تكونت فيه النجوم الأولى فى مجموعة نجومية ، ما كان مكونا الهيدروجين مع ٢٠٪ هليوم . وتبعا لذلك فإن إشعاع الطاقة المتحررة أثناء الإنكماش ، على سبيل المثال ، يختلف عما لو كانت المادة المنكمشة محتوية كذلك على عناصر ثقيلة وجسيمات غبار بين نجمى . أيضا فإن ما يحدث أثناء وبعد إصطدام سحابتين غير نجوميتين من عمليات تبريد يؤدى إلى إنخفاض درجة الحرارة فى الأجزاء الداخلية للسحابة الجديدة بدرجة كبيرة ، بحيث يمكن أن يؤدى ذلك إلى نشأة نجوم . وهذا التبريد أقل كفاءة فى حالة عدم تواجد عناصر ثقيلة أو تواجدها بكميات صغيرة . بذلك فإن هذه الوسيلة لنشأة النجوم كانت أقل كفاءة فى المرحلة المبكرة لمجرة سكة التبانة .

(II) **كسموجونى المجموعات النجومية** : كما يتضح من الأرصاد فإن النجوم غير موزعة بإنتظام فى الكون بل تكون حشود صغيرة أو كبيرة . يبلغ عدد النجوم فى أصغر هذه التجمعات من ١٠ الى ١٠٠٠ فى الحشود المفتوحة ومن ١٠٠ ٠٠٠ إلى مليون نجم فى الحشود الكروية . بعد ذلك تأتى المجموعات النجومية بما فى كل منها من بليون إلى ١٠٠ بليون نجم . وهناك أيضا تجمعات المجرات مثل المجموعة المحلية التى تنتمى إليها مجرتنا . وهناك إعتقاد أيضا بوجود تجمعات من حشود المجرات . تحاول **الكسموجونية الاضطرابية** تفسير كيفية بناء هذه الحشود والمجموعات من سديم أولى كان موجودا قبل ذلك فى حركة إضطرابية . وتبعا لهذه النظرية فإن السديم تكسر إلى عناصر إضطراب مع الزمن ، وتكسرت هذه بالتالى إلى عناصر أصغر .

وهناك نظرية أخرى تصرف النظر عن الأسس الاضطرابية النظرية محاولة شرح كيفية إنقسام سحابة

كبيرة إلى أجزاء أصغر فأصغر . يرجع السبب فى هذا الإنقسام إلى أن أى سحابة غازية غير بعيدة عن حالة الإنكماش تحت تأثير جاذبيتها الذاتية وذلك إذا ظلت على نفس درجة الحرارة فى جميع أجزائها . ولما كان الانكماش يحتفظ بدرجة حرارة ثابتة فى جميع الأجزاء حتى تبلغ درجة الحرارة أكبر قليلا من ١٠⁴ ك وذلك بعد تسخين مبدئى ، وهو ما يمكن تفسيره بخصائص الهيدروجين ، الذى يرجح أنه كان العنصر السائد فى السديم الأولى ؛(غاز الهيدروجين ردىء الإشعاع حتى درجة حرارة ١٠⁴ ك) . ومعنى ذلك أن الطاقة الحرارية المنبعثة فى بداية الإنكماش لا يُسمح بمرورها إلى خارج السحابة وإنما تختزن فى الكتلة الغازية حتى تصل درجة حرارتها إلى ١٠⁴ ك . وبالزيادة البسيطة فى درجة الحرارة عن ذلك يتأين الهيدروجين بدرجة كبيرة وتتغير الظروف كلية . فالهيدروجين المتأين له قدره جيدة على إشعاع الطاقة ، فيعمل بذلك كمثبت يعمل على إبقاء درجة حرارة الكتلة كلها عند ١٠⁴ ك طالما أن الإنكماش ينتج القدر الكافى من الطاقة ، بحيث لا تقل درجة الحرارة عن هذه القيمة . وعندما تصل السحابة تحت درجة الحرارة الثابتة إلى إنكماش لا تستطيع أن تنكمش بعده ككل فإن من الممكن أن تنكمش أجزاء صغيرة منها ، لأن ذلك أجدى بالنسبة لإشعاع الطاقة . وهنا أيضا فإن الإنكماش يصل إلى حالة سكون ويستمر فى أجزاء أصغر وأصغر . يستمر هذا الانقسام بينما السحابة الكلية لا زالت تحتل تقريبا نفس حجمها الأولى وذلك حتى تزداد كثافة أصغر جزء ـ حوالى كتلة نجم ـ الى درجة لا تجعلها منفذة للإشعاع فيتسبب بذلك أى إنكماش آخر فى تسخين المادة ، أى لا يُبقى الإنكماش على درجة حرارة ثابتة . وفى حالة ما إذا كان للسحابة الأصلية ، التى يتكون فيها الحشد أو تتكون فيها المجموعة النجومية ، دوران فإن سرعة هذا الدوران تزداد بالإنكماش وتكون النتيجة أن كتلة غازية كروية فى بداية إنكماشها تأخذ فى التفلطح أكثر وأكثر . يشترك فى هذه العملية ما تبقى فقط من غاز أما ما تكون من حشود نجمية أو نجوم متفرقة فإنها تبقى إلى حد كبيرة فى أماكن تكوينها . بهذا يمكن فهم توزيع الجمهرات المختلفة فى ← سكة التبانة وذلك بالعلاقة مع ← نشأة العناصر الكماوية .

ويفترض الفلكى السوفيتى «أمبرتسوميان» على خلاف ما ذكرنا أن المجموعات النجمومية الجديدة مصدرها عمليات شبيهة بالإنفجارات فى نوى المجموعات النجومية الموجودة فعلا . فإذا ما كانت المجموعة الأم غنية بالكتلة فإنه يمكنها عن طريق الانفجارات أن تبنى حولها سلسلة من المجرات التوابع . ويجد هذا الإفتراض بعض التأييد من أرصاد النواة غير المستقرة فى بعض المجموعات النجومية ..

(III) إن كسموجونى المجموعات الشمسية أصعب منه للنجوم القائمة بذاتها وذلك لأن المجموعة الشمسية تحتوى على عدد كبيرة من الأجسام المختلفة وهى الكواكب والكويكبات والأقمار والمذنبات والنيازك هذا علاوة على أن بعض الكواكب تكون مع أقمارها مجموعات فرعية ومن جهة أخرى فإن النظريات الكسموجونية الحالية للمجموعة الشمسية لها طابع إفتراضى إلى حد ما . وتتحد جميع هذه النظريات فى تخصيص الحالية الأولية التى كانت عليها المجموعة الشمسية ولا تختارها عامة مثل نظرية نشأة النجوم . بذلك تتفادى هذه النظريات صعوبات كيفية تكوين الحالة الأولية للمجموعة الشمسية من السديم الغازى ذو الشكل غير المحدد .

يمكن تقسيم النظريات الكسموجونية للمجموعة الشمسية إلى مجموعتين ؛ تفترض الأولى منها أن الشمس والكواكب تكونا معا فى نفس الوقت (مثال ذلك نظرية النيازك التى إفترضها كانت) ، بينما تذهب نظريات المجموعات الأخرى إلى أن الشمس وُجدت أولا ثم تكونت منها بقية المجموعة أو تكونت هذه من مادة سحابة لها أصل كسموجونى مختلف .

وينتمى إلى النوع الأخير من النظريات نظرية السديم التى إفترضها لابلاس . وقد إتضح أن هذا النوع أقل قدره على تفسير الأرصاد عن النوع الأول .

إن على أى نظرية كسموجونية للمجموعة الشمسيه تفسير ماياتى : (أ) تصنع الكواكب مدارات شبه دائريه حول الشمس ، تقع كلها تقريبا فى نفس المستوى ، كما أن دوران الكواكب حول الشمس ودوران الشمس حول نفسها ودوران الأقمار حول كواكبها يحدث فى إتجاه يمينى ، إلا فى حالات نادره . (ب) معظم كتلة المجموعة الشمسية موجودة فى الشمس ، إذ لا يخص الكواكب والأجسام الأخرى غير $\frac{١}{٧٥٠}$ من كتلة المجموعة ، وأن الكواكب الشبيهه بالأرض مثل عطارد والزهره والأرض ، والمريخ ، والأقرب إلى الشمس عن شبيهات المشترى ، لها كتل أصغر ولكن كثافات أكبر من مثيلات المشترى (بلوتو له وضع خاص) . كما أن الكتلة الكلية للأقمار والأجرام الأخرى فى المجموعة الشمسية صغير جدا بالنسبة للمجموعة . (ج) للشمس فقط $\frac{١}{٢٠٠}$ من عزم دوران المجموعة بينما الجزء الأساسى من عزم الدوران الكلى للمجموعة موجود فى حركة الكواكب حول الشمس . (د) العلاقة الدوريه بين أبعاد الكواكب عن الشمس تلخصها سلسلة تيتوس ــ بودا .

كانت نظرية النيازك التى جسدها الفيلسوف « أما نويل كانت » فى إحدى أعماله المبكره عام ١٧٥٥ ، أول كسموجونى يرتكز على أساس علمى . وتبعا لهذه النظرية فإن الشمس والكواكب تكونتا عن طريق الإنكماش من سحابة هائلة كانت أجزاءها الصغيره (حسب الوصف الحالى نيازك) تتحرك بحريه . وكان توزيع السرعات مقدارا وإتجاها بدون نظام معين ، إلا أنه كان هناك عزم دوران كلى صغير ، بحيث أصبح لنواتج الإنكماش كذلك عزم دوران . ثم حدث الإنكماش بحيث تحولت طاقة الحركة للأجزاء الصغيره عند إصطدامها إلى طاقة حرارية . وأدى تقليل طاقة الحركة إلى تحول الأجزاء الساكنه إلى مراكز جاذبية فى السحابه ، كما أصبح لكل الأفراد حركة دوران يمينيه ومن التكثفات المحليه تكونت مراكز جذب ثانويه تجمعت منها كتل الكواكب . ويقف ضد نظرية «كانت» صعوبة تفسير توزيع عزم الدوران على الشمس والكواكب حسب العمليات المذكوره . كذلك فإن تكثيف أجسام كبيره على أجسام صلبه صغيره صعب التوضيح ، لأنه بالإصطدام والإضطراب يحدث تكسير للجسيمات . علاوة على هذا فإن أجساما لها كتل هائله هى فقط التى يمكنها بفعل جاذبيتها إقتناص ما يقابلها من أجسام صغيرة .

أما نظرية الفرنسى لابلاس (١٧٩٦) والتى تسمى أيضا بنظرية السديم فتفترض أن الكواكب نشأت تباعا ، أثناء إنكماش سحابة بطيئه الدوران وتحت تأثير جاذبيتها . وحسب أحد القوانين الطبيعيه الذى يقضى بثبات عزم الدوران فقد أخذت سرعة الدوران فى الإزدياد ، وأخذت الكتله فى التفطلح إلى سديم قرصى هو الشمس الأولى . وعند المستوى الأستوائى لهذا القرص أمكن لقوى الطرد المركزيه التغلب إلى حد ما على قوى الجاذبيه ، الشئ الذى أدى إلى إنفصال كتل دارت كحلقة غازيه حول السديم القرصى . بعد ذلك إنكمشت مادة الحلقه وتكورت مكونه كوكبا . ومن خلال إنكماشٍ أكثر للسديم القرصى تكررت نفس العمليه مرارا . وعلى ذلك فإن الكواكب الموجوده فى المدارات الخارجيه هى أقدم الكواكب . ويكمن الاعتراض الأساسى ضد نظرية لابلاس فيما شوهد من التوزيع غير المتساوى لعزم الدوران فى المجموعة الشمسيه ، لأنه يصعب تفسير كيفيه إنتقال الجزء الأكبر من عزم الدوران إلى الكتله الأقل . التى تمثلها الكواكب . (ولما كان كل من نظريتى كانت ولابلاس يختلفان فى الأساس فإنه من غير المعقول التحدث عن نظرية كانت ــ لابلاس) .

أما الفيزيائى فون فيراكر فقد واصل تفكيره حول

أن الشمس والكواكب قد نشأتا من نفس السديم الأولى وذلك فى **نظريته الإضطرابية** (حوالى عام ١٩٤٤). وتقضى هذه النظرية بأنه سادت فى السديم القرص الدوار حركة إضطرابيه، أى حالة تكون فيها مدارات الجسيمات على غير نظام تماما. وعلى أساس هذه العشوائيه تكون نظام من الدوامات الموزعه بإنتظام فى المناطق المختلفه. وعند إلتقاء حدود هذه الدوامات حدثت إنكماشات نتج عنها تكوين الكواكب الأولى. وعلى ذلك فإن حجم منطقه الدوامة يحدد أحجام الكواكب وأبعادها عن الشمس. أما الإختلافات الحالية فى كتلة وكثافة الكواكب فيتم تفسيرها بتأثير الإشعاع الجسيمى للشمس وضغط الإشعاع الشمسى.

إن أكثر فكرة سائدة الآن عن نشأة مجموعة الكواكب تنطلق من التفكير بأنه وإن كنا لم نشاهد حتى الآن مجموعات كوكبيه غير مجموعتنا، إلا إنه توجد أعداد كثيره من النجوم المزدوجه والعديده. وفى النجوم المزدوجة يمكن أن تكون كتلة التابع أصغر من كتلة النجم الرئيسى بعشر أو مئات المرات. علاوة على ذلك فقد إتضح من أرصاد النجوم المزدوجة أن المسافة بين النجمين قد تكون من ٠,١ إلى ١٠٠ ٠٠٠ وحدة فلكيه. وأن هناك قمة عند مسافة ٢٠ وحده فلكية وهى مسافة تقارن بالمسافة المتوسطة للكواكب الكبيره. ويتخذ هذا على أنه دليل على تطور النجوم المزدوجة ونظام الكواكب من نفس الحالة الأولى. ولما كانت النجوم المزدوجة أجسام كونيه شائعه فإننا نستنتج من ذلك شيوع وجود مجموعات كوكبيه لنجوم ثوابت أخرى. وعلى أساس هذا الإفتراض قدر أن حوالى ٠٫٠١٪ إلى ٠٫١٪ من مجموع نجوم الطريق اللبنى، أى حوالى من ١٠ إلى ١٠٠ مليون نجم لها مجموعات كوكبية.

وتعد أحسن نظرية حاليا ما طوره الأمريكى «كَيبّر» عن كسموجونيه المجموعة الكوكبية. وتبعا لتلك النظرية فإن عنصرا كرويا يمثل السديم الأولى إنفصل عن مادة ما بين النجوم، التى تسود فيها حركة داخلية عشوائيه. وكانت الكتلة فى هذا العنصر أكبر من كتلة المجموعة الشمسيه كلها. ويمكن بسهولة إيضاح أن هذه الكتله، كنتيجة للدوران وتأثير الجاذبية والإحتكاك الداخلى للغازات، قد إنكمشت بسرعة عاليه نسبيا إلى قرص عَدَسى الشكل تمثل أجزاؤه القريبه من المركز الشمس الأولى.

وهذه الشمس الأولى كان لها، فى هذا الوقت، نفس كتلة الشمس الحاليه. وفى خلال الفتره الزمنيه التى تحول فيها السديم الأولى إلى قرص، تطاير جزء كبير من المادة الأولى فى الفضاء وسادت حركات عشوائيه فى داخل القرص الرفيع الدوار الذى يبلغ سمكه ٠٫٠٢ وحدة فلكية، بحيث تكونت تكثفات محليه أدت إليها وجود الموجات التى تجمعت المادة عند حدودها الفاصله. كما أخذت التجمعات كذلك تدور فى نفس إتجاه دوران القرص. وعند حجم معين أصبح إنكماش التجمع ممكنا تحت تأثير قوة جذبه الذاتيه، الشئ الذى أدى إلى كثافات عاليه فى القرص، عند بُعد حوالى ١٠ وحده فلكيه من المركز بلغت الكثافة حوالى 10^{-9} جم/سم^3. ويفسر سمك القرص ـ حوالى ٠٫٠٢ وحده فلكيه ـ السبب فى كون مدارات جميع الكواكب الأولى ليست تماما وإنما بالتقريب فى نفس المستوى. لقد تمكن «كيبر» من إثبات علاقة بين كتل وإنصاف أقطار الكواكب الأولى وكذلك أبعادها عن الشمس. ويحقق هذه العلاقه شكل الكواكب الحاليه، مع مراعاة أن كتل الكواكب الأولى كانت ١٠٠ مره أكبر من كتلتها الحاليه. ولما كانت الأبعاد عن الشمس تدخل فى هذه العلاقة فإن ذلك يمكننا من تفسير سلسله تيتوس ـ بودا. إلا أن ذلك يستلزم إيجاد وسيلة تكون قد أدت إلى فقد فى كتله الكواكب الأولى. لذلك إفترض «كيبر» أنه فى هذه المرحلة، أى بعد أن تكونت الكواكب الأولى وصلت الشمس فى

إنكماشها إلى حالة تعادل شبيه بحالتها الحاليه ومنها أصبحت الشمس تشع قدرا كافيا من الطاقة ، بحيث أصبح تأين الماده بين الكواكب ممكنا ، ثم أدى التأين إلى تمدد تلك الماده ، حتى أصبح الفضاء بين الكواكب الأولى مكتسحا . علاوة على ذلك فإنه من الممكن نتيجه للتأين حدوث تقليل لعزم دوران الشمس ؛ فدارت الشمس بسرعه ما ودار معها مجالها المغناطيسى بينما تدور الأجزاء المتأنيه من القرص تبعا لقانون كبلر الثالث وتبقى خلف خطوط قوى المجال المغناطيسى للشمس . وبسبب التأثير المتبادل بين المجال المغناطيسى والجسيمات المشحونه ، حاول المجال المغناطيسى أن يجرف معه الجسيمات ، الشئ الذى ينتج عنه إقلال دائم فى سرعة دوران المجال المغناطيسى ومعه الشمس نفسها . وفى حالة الكواكب الأولى فإن ضغط الإشعاع والإشعاع الجسيمى يؤثران فى جرف العناصر الخفيفه من الحالة الغازيه وتتأثر بذلك أكثر الأجزاء القريبه من الشمس عن الأجزاء البعيده عنها . وعليه فإن الكواكب القريبه من الشمس فقدت كتله أكبرَ وصارت كثافتها أكبر نسبيا ؛ حيث فقدت كثيرا من العناصر الخفيفه . ويمكن حساب ما فقد من كتل من الشمس والكواكب إذا إفترضنا التكوين الكيماوى المتماثل فى المراحل الأولى . وعلى ذلك فإن الكواكب القريبه من الأرض كانت أكبر مما هى عليه الآن بحوالى مائه مره بينما الكواكب الأخرى كانت أكبر بحوالى ١٠ مرات . وهذا ينطبق جيدا مع القيم الناتجه من العلاقه بين المسافات .

أما أجواء الكواكب الأولى فقد تكونت أثناء فقدان الكتله منها على أساس الدوران فى السحابه الغازيه القرصيه ، التى حدث فيها عدم إستقرار أدى إلى نشأة الأقمار . ويمكن أن تكون بعض الكواكب قد فقدت أقمارها ، مثل ما يُعتقد بأن بلوتو هو أحد أقمار نبتون . ويعتقد أن المذنبات تتكون فى المناطق الخارجيه من المجموعة الشمسيه ثم تجرفها الإضطرابات الناشئه عن كتلة الكواكب الكبيره إلى داخل المجموعة ، وتنشأ هذه المذنبات مثل الكواكب من خلال تكثفات المادة السديميه . أما الكويكبات فيرجع أصلها على النقيض من ذلك إلى المنطقه بين المريخ والمشترى ، التى تسود فيها كثافة سديميه بسيطه ويعمل جوار الكواكب الكبيره على منع تكوين أجسام سماويه كبيره .

ولابد من التأكيد بأن نظرية «كيبر» لم يكتمل حسابها تماما بأى حال من الأحوال ، إذ يوجد بها كثير من الإفتراضات التى تعوذها الأدلة . ويذهب غالبيه الباحثين إلى أن الكواكب الأولى لم تنشأ على أساس الحركة العشوائيه فى داخل ما أحاط بالشمس الأولى من قرص غازى ، وإنما ينطلق هذا الفريق من أن درجة الحراره فى الغاز كانت منخفضه نسبيا بسبب إنخفاض درجة الحراره عند سطح الشمس الأولى . وعلى ذلك فقد أمكن تكوين جسيمات صلبه من العناصر الثقيله وبواسطة الاصطدامات البطيئه بين هذه الجسيمات فإنها تراكمت على بعضها مكونة بلوكات نمت بعد ذلك إلى كواكب .

أما فكرة الفلكى السوفيتى «فيزنكوف» فإنها تكمل تفسير «لابلاس» ، حيث أنها تفترض أن الكواكب تكونت عند المستوى الإستوائى للشمس الأولى والتى كانت كتلتها أكبر مما هى عليه الآن بحوالى عشر مرات وذلك بفعل عدم الاستقرار فى الدوران . وتقدر الأجزاء التى إنفصلت بحوالى ٢٠٪ من كتلة الشمس تطاير الجزء الأكبر منه فى الفضاء وتكونت الكواكب من الجزء الآخر . كما أن الشمس ، إفتقدت الجزء الأكبر من كتلتها خلال الإشعاع الجسيمى وهو ما يؤدى فى نفس الوقت إلى تقليل عزم دوران الشمس ، لأن الجسيمات تأخذ منها بعض هذا العزم . وعلى الرغم من أن نظرية «فيزنكوف» مكنتنا من تفسير بعض الحقائق المرصوده إلا أن أسئله أخرى تبقى مفتوحه .

توجد أيضا نظريات كسموجونيه تعزى نشأة

مجموعة الكواكب إلى طامات كونيه . من هذه النظريات على سبيل المثال ، نظرية الفلكى الانجليزى « جينز » (١٨٧٧ ـ ١٩٤٦) . وتبعا لإفتراضاته فإنه عند مرور نجم بالقرب من الشمس خرج منها لسان مادى بفعل الجزر أصبح كقنطره بين النجمين . وبينما النجم الآخر يبتعد عن الشمس ، إنقسم اللسان المادى ومنه تكونت بالإنكماش الكواكب والأقمار . إلا أنه يمكن توضيح أنه بسبب درجة الحراره العاليه التى كانت عليها الماده المنفصله من الشمس فإن هذه المادة تتطاير فى الفضاء قبل أن يحدث أى إنكماش تحت تأثير الجاذبيه الذاتيه . إن نشأة المجموعة الكوكبيه تبعا لفكره «جينز» غير محتمل ؛ لأن المرور القريب لنجم أمام آخر نادر الحدوث جدا فى الطريق اللبنى .

أحيانا تفسر نشأه القمر على أنه نتيجة طامه حدثت ، وإنسلخ فيها القمر من الأرض . وهذه العمليه يصعب شرحها ميكانيكيا وغير محتمله الحدوث فى نفس الوقت .

الكسمولوجى

cosmology
cosmologie *(sf)*
Kosmologie *(sf)*

هو تعاليم حالة الكون ككل . ويعالج الكسمولوجى أيضا ، وعلى وجه العموم ، تطور الكون ككل ؛ تتطلب كثير من نماذج الكون ، التى تحتوى على نظريات عن حالة الكون ككل ، إما إنكماش أو تمدد ، أى تغيير فى حجم الكون يمكن إعتباره تطور طويل الزمن للكون كله . أما دراسة نشأة وبعض تطور ما فى الكون من أجسام سماوية بذاتها فهذا من مهام ← الكسموجونى .

تعد المسائل الكسمولوجيه من أصعب الأمور فى علم الفلك كله ، وترجع صعوبتها من ناحية أن جميع المعرفة الفلكيه النظرية والأفكار عن حالة تطور الأجسام السماويه وخصوصا المجموعات النجوميه بما فيها من نجوم ومادة بين نجوميه تدخل جميعها فى دراسات الكسمولوجى وكذلك إلى أن القرار الصعب عما إذا كانت النماذج الموضوعه للكون تحقق تفسيرا له ككل لا يتأتى إلا بمعرفة تامه بالكون ذاته ومن ناحية أخرى فالمسائل الكسمولوجيه صعبه أيضا نظرا لأن معلوماتنا عن الأجسام السماويه المختلفه لاتزال غير مؤكده بالدرجة التى تجعلنا نضع لها فروضا وتوقعات بدون دليل أكيد من الأرصاد وعلى صحتها . ويُفترض فى جميع المسائل الكسمولوجيه أن القوانين الطبيعيه تنطبق فى جميع أنحاء الكون أى غير متغيره مع المكان والزمان . وهذا لا يلغى وجود قوانين طبيعيه غير معروفه ولكن ما نحصل عليه نظريا لابد أن يتفق مع الإطار القانونى الطبيعى .

الحقائق المرصوده : ترجع الحقائق المرصوده فى الكسمولوجى إلى ظروف حركة الماده فى الكون وكذلك إلى كثافة الإشعاع فيه . وتتطلب دراسة توزيع المادة فى الكون الحالى الإكتفاء بالتجمعات الكبيره ، أى بالمجموعات النجوميه وتوزيعها فى الفضاء . أما الأجسام الأخرى مثل الحشود النجميه والنجوم المنفرده والكواكب والسحب البين نجميه فهى على النقيض من ذلك ـ من وجهة النظر الكسمولوجيه ـ صغيره لدرجة أنها فى المناقشات الكسمولوجيه لا تظهر كأجسام مستقله ، ولكن فى مجموعتها التى تكون فيها وحدات كبيره مثل المجموعات النجوميه . وفى هذا فإن الطريق اللبنى هو أحد المجموعات النجوميه الكثيره . ويتطلب تحديد التوزيع الفضائى للمجموعات النجوميه دراسة توزيعها الظاهرى على الكره السماويه . ومن أجل ذلك يتم تحديد عدد المجموعات فى كل وحده مساحة وذلك بالنسبه للمعانها الظاهرى . ولو إفترضنا مسبقا أن جميع المجموعات النجوميه لها لمعان حقيقى متساو فإنه يمكننا بمعلومية اللمعان الظاهرى إستخراج أبعاد المجموعات النجوميه (← اللمعان) وبالتالى إستنتاج كثافتها فى الفضاء بمعونة العدد الموجود منها فى وحدة المساحة . ويمكن إعتبار درجة زيادة عدد المجموعات

النجوميه فى وحدة المساحة مع نقص اللمعان الظاهرى إحدى خصائص الأفكار النظرية عن بناء الكون ، ولو أن الأرصاد لاتزال غير مؤكده لدرجة يصعب معها إتخاذ قرار معين بين البدائل النظرية المختلفة . كما أنه لا يمكن القول بما إذا كان توزيع المجموعات النجوميه الذى يُفترض إنتظامه عموما هو بالفعل كذلك ، إذ أن إفتراضات بناء الكون تدخل فى إستنتاج الكثافة على الأبعاد الكبيره .

تبلغ الكثافة المتوسطه فى الكون من ٢ إلى ٦×١٠^{-٣١} جم/سم^{٣} ، ونحصل عليها من توزيع كتلة المجموعات النجومية الموجودة فى المناطق القريبه منا ، أى المجموعة المحليه ، على الحجم الذى تشغله تلك المجموعه . وهذه القيمة مشكوك فيها بدرجة كبيرة لأن كتل المجموعات النجوميه وأبعادها غير معروفتين بتأكيد كبير . يضاف إلى ذلك أن معرفتنا بكثافة مادة ما بين المجرات ترجع إلى تقديرات تقريبيه هى الأخرى غير مؤكده .

ولابد من إستخراج علاقات الحركة من السرعات الخطيه التى تؤدى إلى إزاحة فى الخطوط الطيفيه ، إذ أن الحركة الذاتية للمجموعات النجومية لا يمكن قياسها بسبب المسافات البعيدة . ويتضح من الأرصاد أنه كلما زاد بعد المجموعة النجومية عن سكة التبانه كلما إرتفعت قيمة إزاحة الخطوط الطيفيه ناحية النهاية الحمراء للطيف ، الشئ الذى يُعرف ← بظاهرة هبل . ولو فسرنا هذه الإزاحة على أنها راجعة لظاهرة دوبلر ، أى أنها راجعة إلى إبتعاد المجموعة النجومية عن المشاهد فإنه ينتج من ذلك حركة هروب عامة للمجموعات النجومية تزداد مع إزدياد المسافة . ويتم تعليل هذه الأرصاد بتمدد عام للجزء من الكون الذى نراه بمناظيرنا الفلكيه . ومسألة ثبوت أو تغيير سرعة التمدد مع الزمن ذات أهمية بالغه . وتمثل الأرصاد أساسا لإتخاذ آية قرارات فى هذا الشأن ، إذ أن أى نظرة فى الكون تُمثل نظرة فى الزمن إلى الوراء ، حيث أن ما نستقبله اليوم من ضوء مجموعة نجوميه يحمل معه الأزاحة الخطيه المنطبعه التى كانت تمثل السرعة الخطيه للمجموعة عند إنبعاث هذا الضوء . ولو كانت سرعة التمدد فى هذا الوقت غيرها فى وقت المشاهده فإن السرعة المقاسه لابد أن تختلف عن السرعة التى نحصل عليها لهذه المجموعات بالاستنتاج من سرعات المجموعات النجوميه القريبه منا . إلا أن الدقة التى وصلنا إليها لاتزال صغيره لدرجة يصعب معها التقرير بثبوت أو تغيير سرعة التمدد مع الزمن بمعونة ما لدينا حاليا من مساعدات فلكيه .

مثال : إذا إفترضنا أن السرعة العامة للتمدد حاليا هى بالقيمة التى تزداد معها السرعة الخطية للمجموعة النجومية بحوالى ١٠٠ كم/ث لكل زيادة فى المسافة قدرها مليون بارسك ، فإننا نتوقع أن تناظر السرعة الخطيه لمجموعة نجوميه تبعد عن الطريق اللبنى بمقدار بليون بارسك = ٣ر٢٦ بليون سنة ضوئيه فى الطيف حوالى ١٠٠ ٠٠٠ كم/ث . ولو أن نصف هذه القيمه هو سرعة التمدد قبل ٣ر٢٦ بليون سنه لكان من الممكن أن نقيس فى طيف المجموعة النجومية تحت الفحص ـ التى أرسلت ضوءها الذى نستقبله الآن منذ ٣ر٢٦ بليون سنه ـ إزاحة خطيه مناظره لسرعة خطيه قدرها ٥٠٠٠٠ كم/ث .

فى بعض الأحيان يتم تعليل ظاهرة « هبل » على أنها ناشئه بفعل فقدان طاقة الكم الضوئى أثناء عبوره الطويل من المجموعات النجومية إلى المشاهد ، أى على أنه شيخوخه تصيب الضوء ، إلا أنه لا توجد حقائق فيزيائيه تؤيد ذلك حتى الآن . ولو إفترضنا وجود تلك الظاهرة فإنه سيكون من الصعب بمكان الفصل بين الجزء من الإزاحة الحمراء الحادث بسبب الشيخوخه وبين الجزء الحقيقى الناشئ من ظاهرة دوبلر التى تبدو مؤكده من خلال أرصاد أخرى .

بدأت معرفتنا لبعض الشئ المؤكد عن كثافة الإشعاع الذى يملأ الكون فقط منذ عام ١٩٦٥ .

ويتضح من الأرصاد الراديويه الفلكيه أن شدة هذا الإشعاع وكذلك تركيبه الطيفى ينطبق تماما مع جسم أسود مشع درجة حرارته ٣ ك ، وذلك بالحد الذى تسمح به دقة الأرصاد . والدليل على أن مصدر إشعاع الثلاث درجات موجود فى أعماق الكون وليس بآية درجة ناشئ عن المصادر المنعزله القريبه منا هو إستقبالنا لهذا الإشعاع من جميع الإتجاهات . أى أن هذا الإشعاع ـ فى حدود الدقة الممكنة ـ متماثل (متساو فى جميع الإتجاهات) .

نماذج الكون : فى كل نظرية عن الكون ككل تدخل إفتراضات محدده وبسيطة بقدر المستطاع ومتوافقه مع القوانين الطبيعيه الأساسيه المعروفه . وحسب نوع الفروض تنتج نماذج كونيه مختلفة ، أى نظريات عن حالة الكون الحالية عن تغيير تلك الحالة ، مع ملاحظة أنه ليس من المقطوع به أن تكون تلك النماذج مماثله للحقيقه تماما . وعن طريق المقارنه بالأرصاد يمكننا تقرير ما إذا كانت النماذج تناظر الحقيقه تماما .

تشترك جميع النظريات الكسمولوجيه فى إفتراض تعميم نتائج أرصادنا فى الجزء المرئى من الكون على الكون كله . لهذا نعتبر أننا نشاهد جزءا كبيرا من الكون يعد بمثابة ممثل للكون كله . كما نفترض كذلك أن الكون متجانس ومتماثل ، أى أنه لا توجد منطقة من الكون تمتاز على غيرها وكذلك لا نميز إتجاه على غيره . بحيث أن أى راصد ثابت بالنسبه لما حوله من مادة يرى الكون من جميع الاتجاهات بنفس النظره أى يرى من كل نقطه نفس توزيع الكثافة وظروف الحركه . (لا يتأثر إفتراض تشابه توزيع المادة فى الكون بوجود تجمعات المادة فى المجموعة النجومية وذلك بسبب صغر حجم المجموعة النجومية بالنسبة للحجم الكبير المأخوذ فى الإعتبار . يمكن إعتبار المادة المتجمعة فى المجموعات النجومية موزعة بإنتظام فى الفضاء الذى تحتله هذه المجموعات بدون أن يؤثر ذلك على توزيع الكثافة الهام فى الكون . كما يمكن التغاضى عن التركيب الذرى والجزيئى . وكذلك عن التأرجحات فى الكثافة أثناء دراسة الكتل الغازيه فى الحالة التى نهتم فيها فقط بالتوزيع فى الفراغ الكونى الكبير .) يطلق على هذا الإفتراض الإضافى عموما إفتراض التجانس أو إفتراض العالميه . ويقضى إفتراض التجانس بأنه لا يوجد راصد مميز عن غيره فى الكون وأنه لا يمكن بآية وسيلة للرصد تحديد مركز للكون . بالاضافة إلى ذلك يُفترض أيضا أن القوانين الطبيعيه التى تم إكتشافها لها طابع السياده على كل أنحاء الكون فى الزمان والمكان .

إن النظريات الكسمولوجيه الحديثه ترتكز بدرجة كبيره على ← نظرية النسبية لآينشتين (١٨٧٩ ـ ١٩٥٥) . ويرجع السبب فى ذلك إلى أن هذه النظرية تمثل الإرتباط بين الجاذبية وشكل الكون . وفى هذا الشأن فإننا لا نصرف النظر عن المادة الموجودة وإنما نأخذ فى الإعتبار ظروف الماده وشكل اللون معا .

ليس الفضاء فى الكسمولوجى النسبى إقليديا (فالإقليدية تنطبق على التفكير فى الحيز العادى) . بذلك فإن أى فراغ كروى متناهى الحجم ، وعليه فإن كتلة الأجسام المنتشره فيه متناهية كذلك . وعلى الرغم من كون الفضاء متناهى إلا أنه غير محدود ، حيث أن تركيبه غير واضح على خلاف ما ينطبق فى حالة التركيب الإقليدى التقريبى حول نقطة . إن هذا لا يعنى على الإطلاق دلائل ضد التركيب الإقليدى كما أن عدم إدراك الجسيمات الأوليه فى الفيزياء لا يمس المعرفة الفيزيائية . والفضاء ثنائى الإحداثيات المناظر للفضاء الكروى هو سطح الكره التى يمكن إعطاء مساحة سطحها بالسنتيمتر المربع ، أى أنها مقفولة ولكن لا توجد عليها حدود . والقفل وعدم التحديد يمكن إثباته بالدوران المنتظم ، حيث تصل نقطة ما بعد زمن متناهى إلى نفس نقطة الإنطلاق بدون أن

تترك السطح . وكمثل الطريقة التى يتم بها تحديد نصف قطر للسطح الكروى فإنه يمكن أيضا بالنسبه للفضاء الكروى تحديد نصف القطر . ويعنى التغيير الزمنى فى نصف القطر إما تمدد أو أنكماش الفراغ المنحنى ثنائى أو ثلاثى الإحداثيات . فى هذا الشأن لا تتحرك المادة فى فضاء إقليدى ثلاثى الإحداثيات وغير متناهى بل أن الفضاء يختلف عن ذلك . وكما يحدد مشاهد تمددا على سطح كرته ـ كل النقط تبتعد عنه فى إتجاه نصف القطر تماما وتتناسب سرعة التمدد مع المسافة المقاسه على سطح الكره ـ يمكن أن يفعل مشاهد نفس الشئ أيضا فى فضاء كروى منحنى وثلاثى الإحداثيات . كذلك فإنه يمكن أيضا تحديد إنحناء الفضاء . فالفضاء الكروى المنظور ـ أى السطح المرئى على سطح الكره ـ يزداد بصورة أبطأ عما فى حالة الفضاء الإقليدى ـ وعلى الكره أبطأ منه فى المستوى . وبجانب الفضاء الكروى المنحنى يلعب الفضاء الزائدى المنحنى (على قطع زائد) دورا فى الكسمولوجى النسبى ، وهو على النقيض من الفضاء الكروى ليس مقفولا وإنما مفتوح (بالحركة الدائمة المستقيمة لا تصل إلى نقطة الانطلاق)

وإنطلاقا من أفكار أينشتين من أن الجاذبية الناشئه مما فى الكون من مادة ، تؤثر فى قوانين حركة وتركيب هذا الكون ، إستنتج الرياض السوفيتى «فريد مان» (١٨٨٨ ـ ١٩٢٥) أن هناك تعارض بين الكون الإستاتيكى غير المتغير وبين أسس الفيزياء . مثل هذا الكون الإستاتيكى لن يكون له تطور ـ على النقيض من كل الأجسام التى فيه ـ أى أنه لن يكون له تاريخ . أما النموذج الذى وضعه «فريدمان» للكون فيفترض أن أبعاد الكون تعتمد على الزمن و... هذا الكون يخضع للتطور كأى جسم فيه . وتسمح المعادلات الرياضيه لأساسيه بوجود تمدد وإنكماش للكون ، فعلى سبيل المثال . من الممكن أن يكون هناك تمدد أولا ثم ينعكس بعد وقت محدود إلى إنكماش يؤدى إلى تجميع الكون أو يأخذ لاتساع فى البطئ تدريجيا حتى يصل الكون إلى حالة ثابته بعد زمن لا نهائى : أو أن يكون الكون قد إنكمش من اللانهاية إلى أصغر حجم له ثم أخذ بعد ذلك فى التمدد . إلا أن المعادلات الرياضيه تترك تركيب الفضاء الكونى غير محدد . ويمكن أن يكون هذا الفراغ كرويا أو إقليديا أو زائديا ، والفصل فى ذلك بين النماذج الكونية ، لإختيار أصدقها لوصف حالة الكون ، لا يمكن أن يقطع به إلا الأرصاد . (تعطى المعلومات الرياضيه فقط العلاقة بين أبعاد الكون الحالى ككل مثل متوسط الكثافة المادية وبين سرعات كل من الإنكماش أو التمدد وكذلك تركيب الفضاء) . وتمثل سرعة التمدد إحدى هذه الحقائق المرصوده الذى إكتشفها «هبل» للمجموعات النجوميه الخارجيه . وهذه الحقيقه توضح أننا نعيش فى عالم يتمدد .

إننا إذا ما تابعنا الإتجاه العكسى لتمدد الكون فسوف نصل إلى النتيجة الضرورية وهى أن الكون كان مقصورا على حيز صغير منذ حوالى ١٠ إلى ١٥ بليون سنه . وفى هذا الحيز كانت كثافة الماده عاليه جدا . ولو رجعنا إلى الوراء أكثر من ذلك فإننا نصل إلى زمن كانت فيه الكثافة لا نهائيه فى كبرها . يُرمز لهذه النقطه الزمنيه بالأحاديه الكونيه (وكذلك الدوى الأول أو الفرقعه الأولى) كما يرمز للزمن المنقضى منذ ذلك الوقت بعمر الكون . أما ما حدث قبل هذا التاريخ وما كان يدور فى أثناءها فلم نصل إلى إجابات عليه حتى الآن ، لأن القوانين الطبيعيه المعروفه بالنسبه لنا لا تكفى بأى حال من الأحوال إلى فهم خصائص الماده فى مثل هذه الظروف الفريده ، على سبيل المثال بالقرب من نقطة الأحاديه الكونيه . لهذا فإن الرجوع بتارخ الكون إلى هذه النقطه وما قبلها لا معنى له .

يتضح من حساب النماذج النسبيه للكون التى تصفه بالتمدد أنه عند نقطة الأحاديه الكونيه لم تكن الكثافة فقط عاليه جدا وإنما كذلك كانت درجة الحرارة بالإضافة إلى هذا فإن تلك الحقبه الزمنيه

كانت تتميز بوجود إشعاع غزير ذو طاقه عاليه . تحت هذه الظروف أمكن حدوث تفاعلات نوويه ، أدت إلى بناء بعض العناصر الثقيله وعلى وجه الخصوص الهليوم من الهيدروجين الموجود ← (نشأة العناصر) . إستمرت هذه الحالة لفترة قصيره . فخلال التمدد إنخفضت كثافة كل من المادة والإشعاع بسرعه . ويلاحظ أن هناك إختلافا مميزا ، إذ بينما تقل الكثافة فى تناسب عكسى مع الحجم المتزايد (مضاعفة الحجم تؤدى إلى تنصيف الكثافة) ، فإن كثافة الإشعاع أخذت فى التناقص بدرجة أسرع ، وفى هذا المجال لا يتناقص فقط عدد الفوتونات الضوئيه حاملة الطاقة بل تناقص كذلك طاقة كل فوتون وتزداد باستمرار طول موجته ، أما العدد الكلى للفوتونات فى الكون فيبقى ، من الوجهة العملية ، بدون تغيير. كذلك يظل توزيع الفوتونات الضوئيه حسب طاقتها دائما مثل ما يعطيه قانون بلانك ، أى أن ، الإشعاع الموجود فى الكون منذ الفرقعه الأولى يُمثل إشعاع جسم رمادى .

حقق إشعاع الثلاث درجات ، الذى أكتشف فى عام ١٩٦٥ الشروط النظرية حسب النماذج النسبيه للكون : وهذا الإشعاع رماديا ويناظر درجة حراره منخفضه جدا (تقريبا ٣° ك) وهو أيضا متماثل ، أى ليس له إتجاه مميز . بإكتشاف هذا الإشعاع من الحالة المبكره لكوننا المتمدد أصبحت هذه المرحلة من تاريخه ممكنه الرصد .

ولا يمكن حتى الآن قول اى شئ عما إذا كنا نعيش فى كون مغلق أى محدود أو مفتوح أى لا نهائى ، وذلك لأن دقة الأرصاد لا تكفى وخصوصا بالنسبة للكثافة المتوسطة ، كما ينطبق نفس الشئ بالنسبه للتغيير الزمنى المحتمل فى سرعة التمدد .

على عكس النماذج الكونيه التى تفترض توزيعا متماثلا للماده فإن النماذج التى تفترض تأرجحات فى الكثافه تستطيع شرح توزيع المادة فى الكون بطريقة أفضل وإن كانت تلك النظريات أكثر صعوبه من الناحية الرياضيه .

بجانب النماذج النسبيه التى تعطى تطورا زمنيا للكون فإن نظرية الحالة الثابته قد حازت على أهمية خاصه . فى هذه النظريه يضاف إلى فرض التماثل أن الكون يبقى دائما فى حالة غير متغيره على الرغم من التمدد . وحتى تظل الكثافة ثابته لابد أن تنشأ ماده جديده ، الشئ الذى لم يتمكن العلم من الربط بينه وبين قوانين الفيزياء الذريه والنوويه . ومن ناحية الأرصاد فإن التدليل على التطور الجديد للماده غير ممكن ، لأن التمدد يحدث ببطئ شديد يجعل نشأة ذرة هيدروجين فى داخل معمل أرضى غير محتمل على الإطلاق . وقد فقدت نظرية الكون الثابت قدرتها على شرح الكون الحالى بعد إكتشاف إشعاع الثلاث درجات .

عرض تاريخى : إقتصر التفكير فى الكون فى العصور القديمه والعصور الوسطى على التوقعات الفلسفيه وذلك بدون أدلة طبيعيه لصالح أو ضد تخيلات معينه . وترجع أقدم فكره عن أن الكون ممتد فى اللانهاية وممتلئ بالنجوم إلى الفيلسوف اليونانى «ديموكريت (٤٦٠ إلى ٣٧١ ق. م)» . ثم أعطى الفلكى الإنجليزى «هالى» (١٦٥٦ ـ ١٧٤٢) أساسا لذلك ، حيث إعتقد أنه فقط فى حالة إمتداد الماده إلى اللانهاية فى الكون تكون هذه الماده فى حالة توازن . وكدليل مضاد قيل بأنه فى حالة التوزيع المتماثل للنجوم وكذلك للماده فى الكون فإن السماء تكون مضيئه كضوء الشمس نظرا لوجود نجوم حول الأرض فى جميع الإتجاهات . وعلى الرغم من هذا وكى تستقيم فكرة الكون غير المتناهى والممتلئ بالنجوم فقد أدخل «أولبرز» فى عام ١٨٢٦ الدليل المضاد عن طريق إمتصاص الضوء ، وبذلك أصبح سقوط التحفظ الذى يقضى باضاءة السماء كمثل ضوء الشمس ضروريا . ثم أوضح كل من «نوى مان»

(١٨٩٦) و«فون سيليجر» (١٨٩٥) أنه تنتج صعوبات من إعتبار الكون لا نهائى وملئ بالنجوم ويخضع لقانون «نيوتن» للجاذبيه ، وذلك لأن القوى التى تؤثر على كل نقطة تكون فى هذه الحالة غير محددة تماما . لقد كان لأفكار «دى سيتر» (١٨٧٨ - ١٩٣٤) ، التى ترتكز على نموذج كونى غير نسبى أهمية خاصة فى الكسمولوجى الحديث . ولإختبار أفكار «دى سيتر» النظرية وكذلك نموذجه عن الكون الذى يتطلب تمددا - فقد جرى البحث ، حول ما إذا كانت توجد قرائن على التمدد مستمدة من المجموعات النجوميه الخارجيه . وقد أدت هذه الأبحاث الى إكتشاف ← ظاهره «هبل» (١٩٢٩) .

الكسوف

eclipse
éclipse *(sf)*
Bedeckung *(sf)*

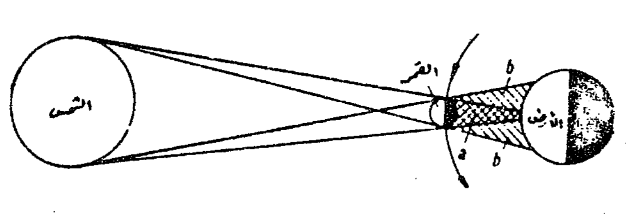
هو إختفاء لجرم سماوى نتيجة مرور جرم سماوى آخر أمامه على طول خط البصر الذى يصل بين المشاهد والجسم السماوى الأول . مثال ذلك كسوف نجم بواسطة القمر (إستتار النجوم) أو بواسطة نجم مزدوج أى كسوف نجم خلال آخر (← المتغيرات الكسوفيه) .

الكسوف والخسوف

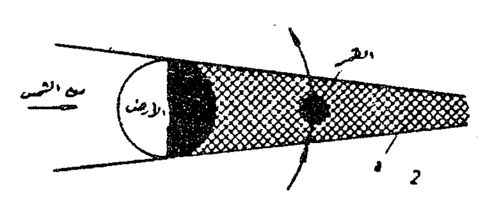
eclipse
éclipse *(sf)*
Finisterniss *(sf)*

هو الإختفاء الجزئى أو الكلى لجرم سماوى إما عن طريق دخوله فى ظل آخر (خسوف القمر) أو حركة جسم آخر بين المشاهد والجرم السماوى بحيث يحجب رؤيته (كسوف الشمس) . وتنتمى أقمار المشترى إلى المجموعة الأولى بينما ينتمى إلى النوع الثانى ←إستتار النجوم خلف القمر وعبور الكواكب الداخلية أمام قرص الشمس وكذلك نقص اللمعان فى حالة المتغيرات الكسوفيه .

كسوف الشمس (أنظر اللوحه رقم ٣) هو من أروع أنواع الكسوف وفيه يمر قرص القمر أمام الشمس فيحجبها لفترة زمنيه قصيره . ويقتضى حدوث ذلك تحقيق شرطين . فيجب أولا أن يكون للجرمين طول بروجى واحد ، أى لابد أن يكون القمر فى طور الهلال الوليد . وحتى لا يحدث ، كما هو الحال فى غالب الأحيان ، أن يمر القمر فوق أو تحت قرص الشمس ، يلزم أن يكون القمر فى هذا الوقت قريبا من مستوى مدار الأرض أى له عرض بروجى بسيط بقدر الإمكان ؛ أى يكون قريبا من إحدى عقدتى مداره .



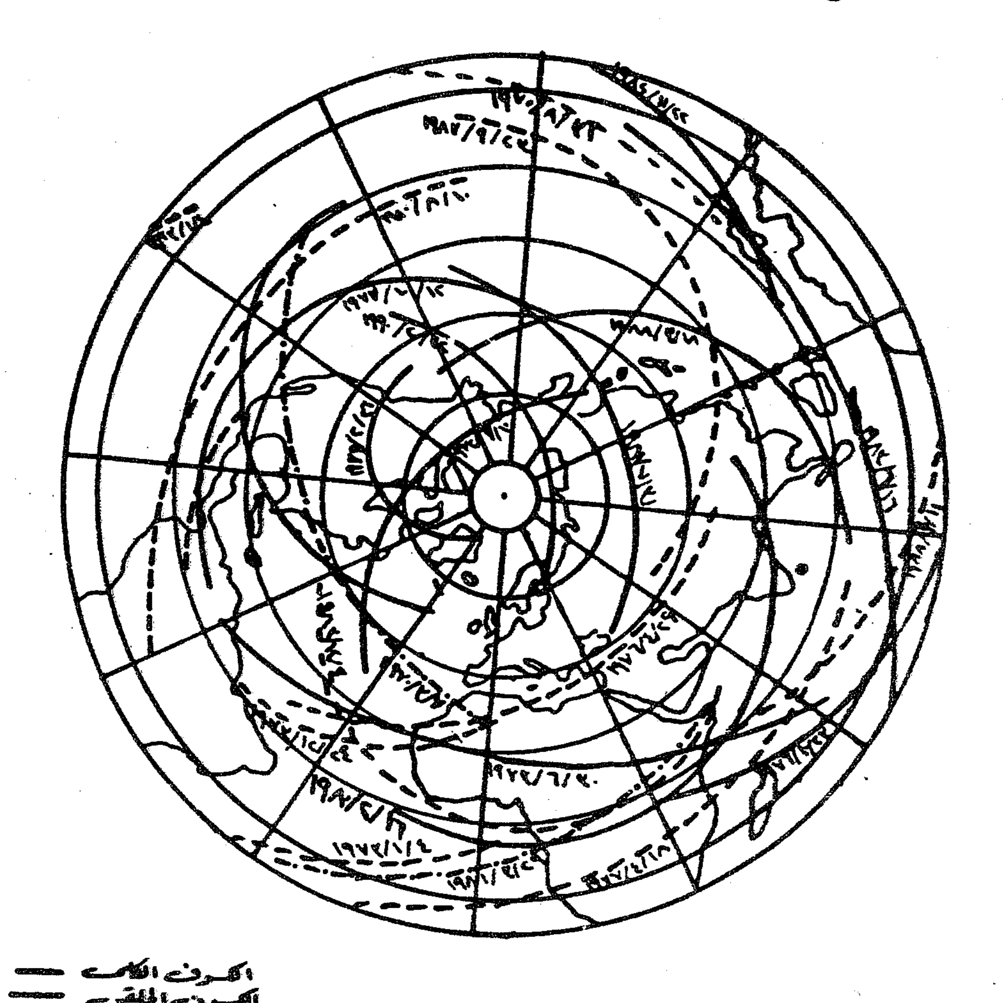
١ كسوف الشمس .



٢ خسوف القمر ومستوى الرسم يمثل مستوى دائرة البروج وتدل a على مخروط الظل التام ، b على منطقة شبه الظل .

إن العلاقات التى سوف يجرى وصفها فيما يلى سوف تصبح أكثر وضوحا إذا تصورنا أنفسنا فى مكان راصد خارج الأرض يتتبع مسقط ظل القمر . وفى الشكل نميز **نواة ظل القمر** ، وهى الجزء الذى لا يصل إليه شعاع الشمس من أى مكان . وفى هذا الحيز المخروطى فإننا لا نرى الشمس . ويحيط بهذه المنطقة حيز **نصف (شبه الظل) الظل** ، الذى يدخله ضوء الشمس جزئيا . والراصد فى منطقة نصف الظل يرى الشمس جزئيه الكسوف . وترى الشمس كما يرى القمر بنفس الحجم تقريبا من الأرض نتيجة حجم كل منهما وبعده عنا (تبلغ الشمس ٤٠٠ مره أكبر و ٣٩٠ مره أبعد من القمر) . وينتج عن ذلك أن يصل

رأس المخروط إلى الأرض . لهذا فإن المنطقة على سطح الأرض التى يكون فيها الكسوف كليا ، أو **منطقة الكسوف الكلى** ، تكون صغيره دائما ، وبالتحديد فإن عرضها ٣٠٠ كم على الأكثر . وبسبب كل من حركة القمر ودوران الأرض يجرى مخروط الظل بسرعه تبلغ ٣٥ كم/ دقيقه فوق سطح الأرض . من هنا فإن الكسوف الكلى ، فى منتصف منطقة الكسوف ، يستغرق فى أنسب حالاته ٧٫٦ دقيقه . ويتصل به على جميع الجوانب منطقة شبه الظل العريضه (بضع آلاف الكليو مترات) ، وفيها نرى أجزاء أقل مختفيه من قرص الشمس كلما بعدنا عن منطقة الكسوف الكلى . وتختلف الظروف من كسوف إلى آخر نظرا لتأرجح المسافة بين الأرض والقمر . فإذا ما كانت هذه المسافه كبيرة جدا إنتهى مخروط الظل قبل بلوغ سطح الأرض . وفى هذه الحاله لا يكون الكسوف كليا فى أى مكان على سطح الأرض ، بل يمكن أن يكون فقط **حلقى** الشكل ، لأن قرص القمر يبدو أقل من قرص الشمس . ومن الممكن أن يبدأ الكسوف حلقيا ثم يصبح كليا (وقد يكون العكس) فيسمى فى هذه الحاله **حلقى ـ كلى** . وإذا ما وصلت رأس المخروط بالكاد إلى سطح الأرض فإن منطقة الكسوف الكلى تنحسر فى خط كما أن فترة الكسوف تقل إلى لحظه . وفى هذه الحاله يكون لكل من الشمس والقمر نفس القطر . ويسمح عدم الملوسة التامه لسطح القمر برؤية ضوء الشمس فى بعض المواضع (ظاهرة الحبل اللؤلؤى) . وإذا ما مر مخروط



٣ مسار مناطق الكسوف الكلى خلال الفترة بين ١٩٧٠ و ١٩٩٠.

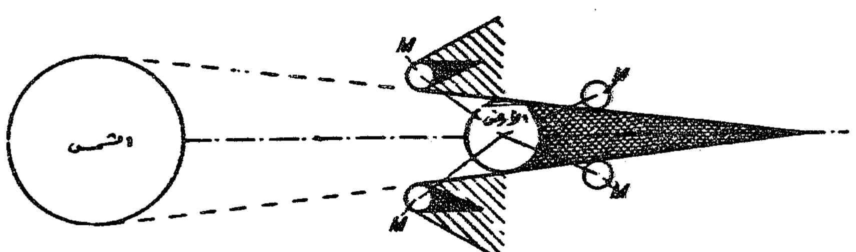
الظل قريبا من الأرض فإنه من الممكن أن تقع منطقة المشاهد فى منطقة نصف الظل بحيث يشاهد الكسوف جزئيا .

يحدث فى أثناء الكسوف هبوط ملحوظ فى درجة حرارة الأرض . ويمكن أن يرى مشاهد على جبل ظل القمر وهو يتحرك على الوادى . وقبل الكلية بقليل يشاهد تأثيرات ضوء وظل (الظل الطائر) .

فى أثناء الكسوف الكلى للشمس تتاح إمكانية ذهبية للفلك ، لأن الضوء الغزير والمتشتت من فوتوسفير الشمس يصبح غير موجود . وهذا الضوء يطغى فى العادة على كل الإشعاعات الضوئية الخافتة من حافة الشمس وما يجاورها من مناطق . لذلك فإنه يمكن أثناء الكسوف تصوير كل من الكورونا والكروموسفير أو تحديد مواقع النجوم القريبة من حافة الشمس . ومن هذه المواقع يتم إختبار إنحناء الضوء فى مجال جاذبية الشمس ، الأمر الذى تنبأ به نظرية آينشتين . وتتضح أهمية الكسوف الكلى للشمس بالنسبة للفلك من إرسال بعثات باهظة التكاليف إلى مكان الكسوف . ويتم إختيار المكان من حيث الظروف الجوية (الإحتمال الأكبر لصفاء السماء) .

خسوف القمر : يحدث خسوف القمر عند دخوله فى منطقة ظل الأرض . ويلزم لذلك أن يتواجد القمر مع الشمس فى الإتصال ، أى لابد أن يكون القمر بدرا وقريبا من إحدى عقده كى لا يمر فوق أو تحت ظل الأرض . ويبلغ مخروط ظل الأرض ثلاث مرات تقريبا قدر قطر القمر وذلك على بعد الأرض المتوسط من الشمس (شكل ٢) ، بحيث يصبح القمر أن يتحرك قدر قطره مرتين تقريبا فى أثناء الخسوف عندما يتواجد فى منتصف المخروط تماما . ولهذا فإن الخسوف الكلى يستغرق زمنا يصل إلى ١٠٠ دقيقة (← حركة القمر) . وتقدر المدة التى يستغرقها الخسوف من أول ملامسة القمر للظل حتى آخره بنحو ٣٫٥ ساعة . أما إذا إبتعد القمر عن العقدة فإنه لا يدخل كلية إلى منطقة ظل الأرض بل يمر جزء منه فى الظل وتكون النتيجة خسوفا جزئيا . وكل خسوف يمكن رؤيته من جميع المناطق التى يكون القمر بالنسبة لها فوق الأفق .

إن ظل كل من الأرض والقمر يختلف فى حجمه فقط . أما الإختلافات الأخرى فترجع إلى أن الأرض لها غلاف جوى كثيف بخلاف القمر . وما يدخل جو الأرض من إشعاع يتغير مساره بعض الشيء عما نتوقعه من مخروط الظل ، بحيث يظهر هذا المخروط غير واضح الحدود تماما . ولهذا أيضا لا يظهر قرص القمر مظلما تماما وإنما مائلا إلى اللونين البنى والأحمر . ومن خلال هذا التلوين يحاول العلماء إستخلاص النتائج حول تركيب الطبقات العليا للجو . وهذا هو الاهتمام العلمى تجاه خسوف القمر . وإذا ما مر القمر فقط خلال منطقة شبه الظل الأرضى فإنه لمعانه يقل بدرجة بسيطة جدا ، بحيث لا نستطيع إطلاقا التحدث عن أى خسوف .



٤ رسم تخطيطى يوضح أكبر عرض بروجي يمكن أن يحدث فيه الكسوف .
بين مركزى الأرض والشمس الطول البروجى صفر.

شيوع الكسوف والخسوف : بالنسبة لمكان رصد معين يتكرر خسوف القمر أكثر من كسوف الشمس وذلك لأن الكسوف يمكن رؤيته فقط فى منطقة صغيرة . ولكن بالنسبة للأرض كلها فإن كسوف الشمس يحدث عدديا مثل خسوف القمر مرة ونصف . ويوضح لنا شكل ٤ كيف يحدث ذلك . فحتى يحدث الإحتكاك للقمر مع ظل الأرض يلزم أن لا يزيد العرض البروجى للقمر أثناء الاستقبال عن درجة واحدة . وبخلاف ذلك يمكن أن يحدث كسوف الشمس حتى عندما يبلغ العرض البروجى للقمر أثناء الاقتران ٥ر١ ، ومن الطبيعى أن يكون إحتمال ذلك أكبر من الإحتمال الأول . وقد قام الفلكى النمسوى «أوبلتزر» فى كتابه «مواقع الكسوف والخسوف» بعرض كل الخسوفات والكسوفات من عام ١٢٠٧ قبل الميلاد حتى عام ٢١٦١ . وفى القرن العشرين سيحدث ٢٢٨ كسوفا و ١٤٨ خسوفا (الجدول VI ، VII فى التذييل) .

يلزم لحدوث الكسوف أو الخسوف إقتران طور الهلال أو البدر مع عقده . ويعود نفس الطور بعد شهر إقترانى . لكن مرور القمر بعقدته يحدث بعد شهر دراكونى . وحيث أن ٢٢٣ شهرًا إقترانى (= ٢٢٣ × ٢٩,٥٣٠٦ يوما = ٦٥٨٥,٣٢١٦ يوما) يبلغ نفس الوقت تقريبا مثل ٢٤٢ شهر دراكونى (= ٢٤٢ × ٢٧,٢١٢٢ يوما = ٦٥٨٥,٣٥٧٢ يوما) فإن الخسوف أو الكسوف يتكرر بعد هذه المدة تحت نفس الظروف . وهذه الفترة الزمنية حتى التكرار الدورى تسمى دورة «ساروس» (≈ ١٨ سنة و ١١ يوما فى حالة ٤ سنوات كبيسة أو ١٨ سنة ، ١٠ أيام فى حالة ٥ سنوات كبيسة) .

كان الخسوف والكسوف يشاهد بإنزعاج كبير ولكن دائما أيضا بإهتمام بالغ . لهذا فإنه ليس غريبا أن يبدأ تسجيل هذه المشاهد الطبيعية مبكرا . ومن هنا يمكن تحديد التسلسل الزمنى للحضارات القديمة ، لأنه يمكن حساب أوقات الخسوف والكسوف السابقة . وفى الأساطير القديمة نجد تصوير الكسوف أو الخسوف بأن الجرم السماوى سوف يبتلعه كائن أسطورى (التنين على سبيل المثال) ومن هنا تسمى العقد القمريه بالعقد التنينية . وقد كانت دورة ساروس معروفة منذ الخلدين وأستعملت بعدهم فى جميع العصور القديمة فى التنبؤ بمواقيت الكسوف والخسوف . وكان إكتشاف التفسير الصحيح لذلك مبكرا عندما لوحظ حدوث الكسوف والخسوف فى الإقتران والإستقبال أى وقتى الهلال والبدر على التوالى .

كسوف الشمس

solar eclipse
éclipse solaire *(sf)*
Sonnenfinisterniss *(sf)*

← الكسوف والخسوف .

كلاب الصيد

Canis Venatici, CVn *(L)*
hunting dogs
chiens de chasse *(pm)*
Jagdhunde *(pm)*

إحدى كوكبات نصف الكرة الشمالى . وتوجد بهذه الكوكبة كثير من السدم غير المجرية ومنها السديم الحلزونى الجميل **M51** ، الذى يشاهد على شكل بقعة ضوئية سديمية بواسطة نظارة ميدان قوية (انظر اللوحة) . ومن السهل رصد الحشد الكروى **M3** على الحدود مع كوكبتى العواء وشعر برنيقة .

الكلب

dog
chien *(sm)*
Hund *(sm)*

(١) ← الكلب الأصغر ، (٢) ← الكلب الأكبر ، (٣) ← الكلب المتقدم .

الكلب الأصغر

Canis Minor, CMi *(L)*
little dog
petit chien *(sm)*
kleiner Hund *(sm)*

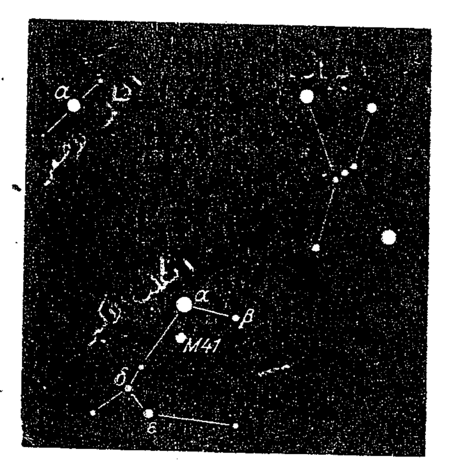
كوكبة فى المنطقة الإستوائية تشاهد فى ليالى

الشتاء . والنجم الرئيسى فى هذه الكوكبة هو النجم α أو ← الشعرى الشاميه ، الذى ينتمي إلى ألمع نجوم السماء .

الكلب الأكبر

Canis Major CMa *(L)*
greater dog
grand chien *(sm)*
grösser Hund *(sm)*

هو كوكبة تقع جنوب خط الإستواء السماوى ونشاهدها فى ليالى الشتاء . والنجم الرئيسى فى هذه الكوكبة هو α أو ← الشعرى اليمانية ، ألمع نجم فى السماء . وعلى بعد حوالى ٤° جنوب الشعرى اليمانية يوجد الحشد النجمى M41 . وخلال الكوكبة يمر الطريق اللبنى .



وضع كوكبتى الكلب الأكبر والكلب الأصفر بالنسبه لبعضها وللجبار. والنجم فى كوكبة الكلب الأكبر هو الشعرى اليمانيه بينما فى الكلب الأصفر هو الشعرى الشاميه.

	الشعرى اليمانيه	الشعرى الشاميه
اللمعان (بالقدر)	-٤٣ر١	٣٥ر٠
النوع الطيفى	A1	F5
نوع قوة الإشعاع	V	IV
المسافه (بارسك)	٧ر٢	٥ر٣

الكلب المتقدم

Procyon *(L)*

هو نجم ← الشعرى الشامية .

الكلف الشمسى

sunspots
tache Solaire *(sf)*
Sonnenfleck *(sm)*

← البقع الشمسية .

الكُلِّيَّة

totality
totalité *(sf)*
Totalität *(sf)*

يقصد بها فى الفلك تمام ← الكسوف . ويسمى الحيز الذى يحدث فيه كسوف الشمس كليا **بنطاق الكلية** .

كم بلانك الفعال

Planck's effective quantum
quantum effective de planck *(sm)*
planckisches Wirkungsquantum *(sm)*

يرمز له بالرمز h وهو ثابت أدخله «بلانك» لأول مرة عام ١٩٠٩ فى نظرية الكم ؛ h = ٦٢٦ر٦ × ١٠^٢٧ إرج/ث ، أى أن له وحدات الشغل (طاقة × زمن) .

الكم الضوئى أو الفوتون

light quantum
photon *(sm)*
Lichtquant *(sn)*

هو حامل الطاقة والدفع فى موجة ضوئية . ومن الممكن تخيل القطارات الموجية متجمعة تكون الكم الضوئى إذ أنه تبعا لنظرية الكم للضوء يمكن إعتبار الضوء فى نفس الوقت ذو صفات موجية وجسيمية . والضوء مكون من أصغر الجسيمات وهى الكمات الضوئية مثلما تتكون المادة من الذرات . وعلى وجه الخصوص فإن الطاقة الضوئية لا يمكن إمتصاصها أو إنبعاثها لكمية إختيارية وإنما على شكل احدى أو عديد من الكمات الضوئية . وتعتمد طاقة الكم الضوئى E على ذبذبة الإشعاع ν وبالتالى على طول الموجة λ ، وتربط بينهما العلاقات $E = h\nu = hc/\lambda$ حيث = ٦٧ر٦ × ١٠^-٢٧ إرج/ث ، وهو عبارة عن كم بلانك ، بينما C = ٣ × ١٠^١٠ سم/ث ، وهى سرعة الضوء . وعلى ذلك فإن الضوء قصير الموجة ، على سبيل المثال الضوء البنفسجى ،

يتكون من فوتونات أعلى فى طاقتها عن فوتونات الضوء طويل الموجة مثل الأحمر . وحسب نظرية النسبية فإنه يمكننا أن نخص كل كم ضوئى بدفع P وكتله m . والطاقة E تقابل تبعا لهذه النظرية كتله محدودة تربطها مع الكتلة العلاقة : $E = mc^2$ ،

لذلك فإن كتلة الكم الضوئى :

$$m = \frac{E}{C^2} = \frac{h\nu}{C^2}$$

ويتم حساب الدفع كحاصل ضرب الكتلة m والسرعة c أى أن :

$$P = mc = \frac{E}{C^2} C = \frac{h\nu}{c}$$

ويرجع تقسيم الطاقة إلى كمات إلى كل من «ماكس بلانك» (١٩٠٠) و«ألبرت آينشتين» (١٩٠٥) .

كمية الحركة

momentum, quantity of motion
quantité de mouvement *(sf)*
Impuls *(sm)*, **Bewegungsgrösse** *(sf)*

هى حاصل ضرب كتلة الجسم وسرعته . والبعد المناظر لذلك فى حالة الحركة الدورانية هو كمية الحركة الزاويه وهى عبارة عن حاصل ضرب العزم والسرعة الزاوية للجسم الدوار . ونحصل على العزم عندما نوجد mr^2 لكل عنصر وزنى كتلته m وبعده عن محور الدوران r ، ثم نقوم بتجميع هذه النتائج لكل العناصر الوزنية .

ولكل من كمية الحركة وكمية الحركة الزاوية كميات غير متغيرة :

(أ) فكمية الحركة ثابتة عندما لا تؤثر على الجسم آية قوى ، (ب) وكمية الحركة الزاوية ثابتة عندما لا يؤثر على الجسم أى عزم .

كمية الحركة الزواية

moment of momentum
moment angluair *(sm)*
Drehimpuls *(sm)*

انظر ← كمية الحركة .

كنتورات الخطوط الطيفية

contours of the spetral lines
contours des raies *(pm)*
Linienkonture *(pf)*

← الطيف .

كوازار

Quassar

هو إختصار من الإنجليزية لإسم ← المنابع الراديوية الشبيهة بالنجوم .

كوبرنيكوس

copernicus
copernicus
Kopernikus

هو نيكولاوس كوبرنيكوس وبالبولندية نيكولاى كوبرنيك ، مطران وطبيب وفلكى ولد بتاريخ ١٩ فبراير ١٤٧٣ فى بلدة تورون وتوفى بتاريخ ٢٤ مايو ١٥٤٣ فى فرومبورك (فرونبورج) . فقد كوبرنيكوس والده فى سن العاشرة فتولى عمه أسقف أرملاند تربيته . وبدأ كوبرنيكوس تعليمه فى بلدة كراكوف عام ١٤٩١ ، حيث يمكن أن يكون قد إستمع فيها إلى محاضرات عن الفلك . وفى عام ١٤٩٦ سافر لدراسات أخرى إلى إيطاليا وذلك لفترة طويلة أولا فى بولونيا . وهناك درس القانون ، على وجه الخصوص ، وبجانب ذلك إهتم بالفلك . ثم أرسله البابا فى عام ١٥٠٠ إلى روما لدراسة الفلك وبعد إلى بادورا حيث درس الطب ، على وجه الخصوص حتى عام ١٥٠٣ ، بعدها عاد إلى وطنه فكث بعض الوقت فى كراكوف ، حيث عمل كطبيب أمراض باطنية لعمه فى هايلسبرج (الآن ليدزبارك فارمنسكى) . وبعد وفاة عمه رحل كوبرنيكوس فى عام ١٥١٢ كمطران إلى فراون بورج ، حيث بقى هناك إلى نهاية أيامه . فوجد هناك الوقت الوقت الطويل لدراساته الفلكية . وبين الحين والآخر شغل كوبرنيكوس مناصب إدارية ودينية .

ترجع شهرة كوبرنيكوس إلى تبنيه فكرة وجود الشمس وليس الأرض كجسم ثابت فى مركز المجموعة

الشمسية (العالم المعروف حتى وقتها) ، على أن تتحرك الأجسام الأخرى حولها . وبنظرة مركزية الشمس هذه وقف كوبرنيكوس مناهضا لتعاليم بطلميوس عن مركزية الأرض ، التى ظلت وقتا طويلا غير قابله للطعن . وليس معروفا على وجه الدقة متى كون كوبر نيكوس رأيه عن مركزية الشمس بدلا من مركزية الأرض ، ومن المحتمل أن يكون ذلك قد حدث مبكرا جدا حوالى عام ١٥٠٧ . وعلى أى حال فإن كوبرنيكوس قد قام فى عام ١٥١٠ بكتابة مقال صغير قدم فيه رأيه ، وإصطدم فيه بصعوبات أراد تذليلها أولا قبل توزيع مقال أكبر. ولهذا الغرض قام كوبرنيكوس بأخذ أرصاد بنفسه وإن لم تساعده ، حيث أنه أخذها بواسطة أجهزة بائسة بناها بنفسه ، ولذلك رجع إلى أرصاد قديمة مليئة بالأخطاء . وقد أنهى كوبر نيكوس بحثه الكبير بعد عام ١٥٣٠ ببضعة أعوام وإن كان قد تردد فى نشرة بسبب ما بدى له من صعوبات جديدة فى تفسير حركة الكواكب . ولم يسمح كوبر نيكوس بطبع أى نسخة من هذا البحث إلا عام ١٥٤٠ حيث طبع منه نسخة واحدة ثم بعد ذلك ـ نتيجة لضغط من أصدقائه ـ إضطر إلى طبع كتابه كله . وقد وصلت أول نسخة من الكتاب يوم وفاته إلى فروان بورج . وكان عنوان هذا الكتاب الشهير قد تغير أثناء الطبع بدون علم كوبر نيكوس . وإحتوى الكتاب بالاضافة إلى الأفكار الجديدة عن المجموعة الشمسية على مقدمة قصد بها واضعها إضعاف إستنتاجات كوبرنيكوس .

وقد إستند كوبرنيكوس فى نظريته التى قدمها فى هذا الكتاب إلى أن حركة الأجسام السماوية يمكن تفسيرها بطريقة أفضل وأبسط إذا تركنا فكرة وجود الأرض فى مركز الكون . وقدم تعاليمه بأن الشمس تُمثل مركز الكون وتدور حولها الكواكب فى مدارات دائرية . والحركات المرصودة للأجرام السماوية عبارة عن حركات ظاهرية تأتى من ناحية من حرمة الأرض والكواكب الأخرى فى مداراتها ومن ناحية أخرى فهى ناشئة من دوران الأرض حولها محورها . وبذلك وضع كوبرنيكوس الأساس للآراء الحديثة . وقد أدى به إفتراض مدارات دائرية إلى إختلاف مع الأرصاد ، وبذلك وجد نفسه مضطرا للتخلى عن جزء من نظريته كما لجأ بالاضافة إلى ذلك إلى حركات إيبيسيكل من جديد . وبالرغم من ذلك لم تتمكن نظريته الكوكبية من تفسير الأرصاد بدقة أكثر عن النظريات القديمة . وبذلك لم تعارض تعاليمه فى القرن اللاحق من الكنيسة فقط وإنما رفضها الفلكيون أيضا . أما الدليل على صحة تعاليم كوبر نيكوس فقد أعطاه كبلر بعد ٨٠ سنة ، بعد أن حرر نظرية كوبر نيكوس من نقائصها ، وإن ظلت جداول تحسب على أساس كتاب كوبرنيكوس ، كما أستعملت بعضها كأساس للتقويم الجريجوريانى . ويأتى الدليل على أن كوبر نيكوس كان معروفا جدا أثناء حياته من البحث عنده عن نصائح لتعديل التقويم الذى طال التخطيط من أجله .

الكوثل

Pupis, Pup *(L)*
pupis
poupe *(sf)*
Achterschiff *(sn)*, **Hinterteil des schiffs** *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبى ، التى ترى فى ليالى الشتاء وتمر بها سكة التبانة . ويوجد بالكوثل مجموعة من الحشود النجمية .

الكورونا

corona
couronne *(sf)*
Korona *(sf)*

(١) الكورونا الشمسية (٢) **الكورونا المجرية** ؛ ← الإشعاع الراديوى .

الكورونا الشمسية

solar corona
couronne solaire *(sf)*
Sonnenkorona *(sf)*

[اللوحة ٣] هو الإكليل خافت الإضاءة والممتد بعيدا حول قرص الشمس ، وكذلك الطبقات

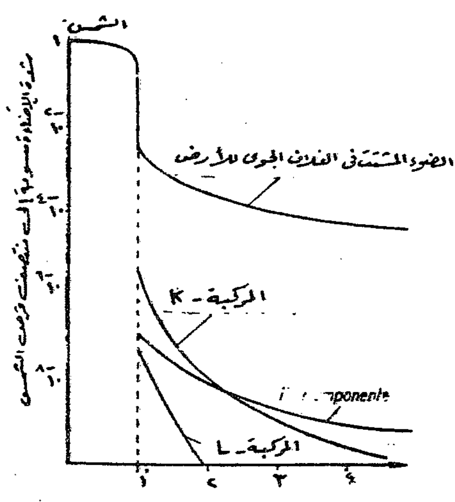
الخارجية قليلة الكثافة جدا من الغلاف الجوى الشمسى فوق كل من فوتوسفير وكروموسفير الشمس . أى أننا نعنى بتسمية الكورونا الشمسية من ناحية ظاهرة ضوئية ومن ناحية أخرى مادة لها علاقة مباشرة بالشمس (مادة الكورونا) ، مع ملاحظة أن جزءا فقط من مادة الكورونا يتسبب فى الاضاءة .

إن الطبقات التى تعلو كروموسفير الشمس من الغلاف الجوى الشمسى يمكن إعتبارها الأجزاء الخارجية من غلاف الشمس الجوى أو ـ عندما نقصر إصطلاح الغلاف الجوى الشمسى على كل من الفوتوسفير والكروموسفير ـ الطبقات الإنتقالية بين الغلاف الجوى الشمسى ومادة ما بين الكواكب . وهذه الطبقات ممتدة أكثر بكثير عن طبقات الفوتوسفير والكروموسفير اللتان تحتها . يتكون غاز الكورونا الشمسية من ذرات متأينة ، غالبا من الهيدروجين والإليكترونات الطليقة التى يمكن إستخراج كثافتها من الأرصاد . وتقل كثافة الإليكترونات دائما كلما إبتعدنا عن الشمس . يحدث هذا الانخفاض سريعا جدا فى الأجزاء الداخلية من الكورونا الشمسية ، بينما يوجد إنتقال دائم إلى كثافة غازات ما بين النجوم فى الأجزاء الخارجية . وعلى إرتفاع حوالى مرة قدر قطر الشمس وفوق سطحها تقدر كثافة الإليكترونات بحوالى مليون إليكترون لكل سم^{3} .

تقدر درجة حرارة الغاز فى الكورونا الشمسية حوالى مليون درجة أى حوالى ٢٠٠ مرة قدر درجة حرارة الفوتوسفير . ويبدأ الإرتفاع فى درجة الحرارة فى أعلى الكروموسفير ثم يحدث سريعا فى منطقة الإنتقال إلى الكورونا الشمسية . ويرجع عدم رؤية الكورونا الشمسية ، على الرغم من أنها شديدة الاشعاع ، إلى صغر كثافتها . ودرجة الحرارة العالية جدا فى الكورونا تحتاج إلى تعليل . فمادة الكورونا لابد لها من تسخين دائم ، وإلا بعثت تلك المادة بواسطة كثافتها القليلة ودرجة حرارتها العالية بطاقتها وبردت فى بضع ثوان . وقد أعتقد قديما بأن التسخين راجع إلى سقوط مادة من الخارج ، أما الآن فيسود الإعتقاد بأن ذلك راجع إلى تحول الطاقة الميكانيكية . فبتأثير مع التحبب تنشأ موجات صوتية (موجات ضغط بسرعة الصوت) ، تنقل الطاقة الناشئة من مناطق تيارات حمل الهيدروجين خلال الفوتوسفير . وفى أعلى الكروموسفير ذو الكثافة المنخفضة تتحول الموجات الصوتية إلى موجات تصادمية ذات سرعة أكبر من سرعة الصوت تفقد طاقتها هنا وفى الكورونا الشمسية ذات الكثافة الأقل من الكروموسفير. ويكفى حوالى ٠,٠٠٠١ من الطاقة الموجودة فى التحبب كى تصل الكورونا الشمسية إلى درجة حرارتها العالية .

يعمل هروب الجسيمات ذات الطاقة العالية إلى الفراغ بين الكواكب كعامل تبريد بجانب الإشعاع . وتجرى هذه «الرياح الشمسية» خلال كل المجموعة الشمسية بحيث أن غاز ما بين الكواكب ليس إلا مادة كورونا جارية إلى الخارج .

يستدل على الإليكترونات الحرة وبعض أنواع الأيونات فى مادة الكورونا عن طريق جزء من الظواهر الإشعاعية التى يمكن رؤيتها فى بعض



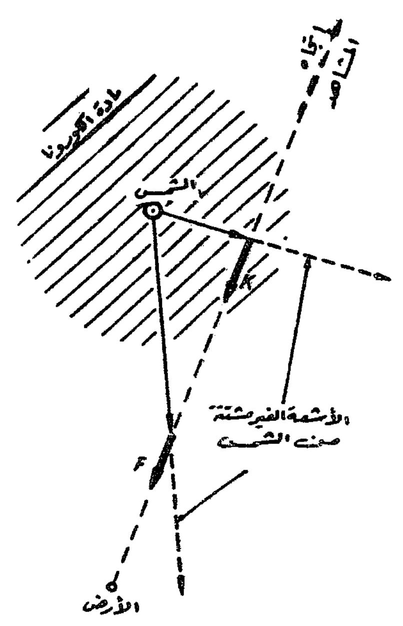
١ العلاقة بين لمعان المركبات الثلاث من الكورونا الشمسية مع البعد عن مركز قرص الشمس.

المناسبات أو بواسطة الأجهزة المساعدة الخاصة حول قرص الشمس .

فى الحالة العادية لا يمكننا رؤية الكورونا الشمسية بجانب إشعاع قرص الشمس الأكثر فى شدة ضوئه فيها بحوالى مليون مرة . ويتشتت ضوء الشمس فى جو الأرض بحيث تختفى الكورونا كلية بالنسبة للضوء المتشتت ، الذى يتسبب فى إضاءة السماء أثناء النهار (الشكل) . وتظهر الكورونا حول القمر الداكن فقط عندما يختفى قرص الشمس كلية أثناء كسوفها الكلى بواسطة القمر ولوقت قصير . كما يمكن أيضا رؤية الأجزاء الداخلية اللامعة من الكورونا بواسطة كورونو جراف وذلك فى غير أوقات الكسوف .

يمكن تتبع إمتداد الكورونا اللامعة إلى أبعد من خمسة أضعاف قطر الشمس . والإكليل الإشعاعى يغير من شكله بإستمرار ، وله علاقة واضحة مع دورة البقع الشمسية . لذلك فإننا نميز بين **الكورونا العظمى** التى تظهر أثناء النهاية العظمى للبقع الشمسية وبين **الكورونا الهادئة** . أثناء وقت حضيض ، أى أثناء البقع الشمسية . وللكورونا العظمى أشعة طويلة تمتد إلى كل الإتجاهات تقريبا ، بينما الكورونا الهادئة على العكس من ذلك مفلطحة ؛ وتوجد فيها فقط بالقرب من خط الاستواء الشمسى أشعة طويلة تسير فى الغالب موازية لخط الاستواء الشمسى . وعند القطبين توجد فقط أشعة أقصر كثيرا . وبجانب الأشعة نجد فى الكورونا الشمسية أشكال منحنية وخصوصا فوق النتوءات الشمسية . وهناك علاقة للنتوءات الشمسية والأشعة الطويلة ، إذا أن كلا الظاهرتين تحدثان بالقرب من القطبين أثناء النشاط الأعظم فقط للبقع الشمسية . علاوة على ذلك يمكن رصد عقد لامعة فى الكورونا الشمسية . وكل هذه الأشكال يسودها لمعان متشتت يخفت كلما إتجهنا إلى الخارج ، أى بزيادة البعد عن قرص الشمس وذلك حتى ندخل فى الضوء البروجى .

يتضح من طيف الكورونا أن تلك الظاهرة الضوئية تتكون من ثلاثة أجزاء ذات أطياف مختلفة ، وعلى أساس ذلك يمكن التمييز بينهم . **فالمركبة -K** من شعاع الكورونا لها طيف مستمر ، أى ليس لها خطوط طيفية . وتوزيع شدة الإضاءة فى الطيف يماثل الطيف المستمر لأشعة الشمس . **والمركبة -F** لها فى الأساس نفس الطيف مثل ضوء الشمس ؛ أى طيف مستمر عليه خطوط فراونهوفر الإمتصاصية . أما **المركبة L** فتتكون من خطوط إنبعاث منفصلة . وتجتمع هذه الأطياف الثلاثة مكونة طيف كلى للكورونا الشمسية ، مكون من طيف إستمرار قوى فوقه خطوط إنبعاث وإمتصاص . ويقل لمعان كل المركبات ومعها اللمعان الكلى للكورونا الشمسية بزيادة البعد عن قرص الشمس ، إلا أن الإنخفاض يختلف من مركبة إلى أخرى (الشكل) . وهذا هو السبب فى تغيير التركيب الطيفى النسبى وبالتالى تركيب الطيف الكلى بالابتعاد عن حافة الشمس . فعلى حافة قرص الشمس تتغلب المركبة -K ، وبعد حوالى نصف قطر الشمس عن الحافة تتغلب المركبة F .



٢ رسم تخطيطى لنشأة كل من المركبة ـF (F) والمركبه ـK (K) من الكورونا الشمسيه فى إتجاه رصد ما.

تشع المركبة ـ L (الطيف الخطى) أيونات مادة الكورونا. وهذا الإشعاع يكون حوالى ١ ـ ٢٪ من الإشعاع الكلى للكورونا. وشدة المركبة ـ L تقل كثيرا وبصورة خاصة مع زيادة البعد عن حافة الشمس. وهذا هو السبب فى أننا نرصدها على أحسن وجه بالقرب من حافة الشمس. ويقتصر الاشعاع على قليل من الأطوال الموجية أى أنه فى الغالب مركز فى بضع خطوط طيفية شديدة. وهذه **الخطوط الكورونية** مثل الخطوط السديمية فى مادة ما بين النجوم غير معروف عنصرها الكيماوى. وفى عام ١٩٤١ إتضح أنها تنبعث من عناصر عالية التأين، وخصوصا الحديد والنيكل والكالسيوم. بهذه الطريقة ينشأ خط الكورونا الأحمر عند الطول الموجى ٦٣٧٤ أنجستروم من ذرات الحديد المتأينة تسع مرات، والخط الأخضر عند ٥٣٠٣ أنجستروم من ذرات الحديد المتأينة ١٣ مرة. فى هذه الخطوط تتم الأرصاد، فى الغالب، بواسطة مطياف الكورونا (الكورونوجراف). وخطوط الكورونا خطوط محرمة مثل الخطوط السديمية فى ← غاز ما بين النجوم. ويرجع وجود مثل هذه الذرات عالية التأين إلى درجة الحرارة العالية.

يظهر وجود إليكترونات طليقة فى المركبة ـ K (المركبة المستمرة) من مادة الكورونا. فالضوء الذى نشاهده هو بالتحديد ضوء الشمس منبعث فى إتجاه آخر غير إتجاه خط البصر ثم يتشتت إلى الأرض. من ذلك يمكن أن نتوقع أن يكون طيف هذا الضوء المشتت هو نفس طيف الضوء المباشر إلينا من الشمس. وليست هذه هى الحقيقة لأنه فى كل عملية تشتت تحدث ظاهرة دوبلر أى تغيير فى طول موجة الضوء المتشتت، وذلك عندما تكون الاليكترونات مسببة التشتت متحركة. فإذا ما كانت الإليكترونات متحركة فى غير إنتظام فإنه ينشأ عن ذلك ظاهرة دوبلر حرارية، يتوزع تبعا لها ضوء موجة معينة على نطاق موجى عريض. بسبب ذلك تظهر خطوط الإمتصاص، التى كانت موجودة فى طيف الضوء غير المشتت، متسعة فى طيف الضوء المشتت. وللإليكترونات مادة الكورونا ـ بسبب الارتفاع فى درجة الحرارة ـ سرعات عالية غير منتظمة لدرجة أن خطوط الإمتصاص تتسع بدرجة لا يمكن التعرف عليها. من هنا فإننا لا نجد فى طيف الضوء المشتت، أى طيف المركبة -K، خطوط إمتصاص فراونهوفر الموجودة فى الضوء غير المشتت. وتبعا لذلك يبدو طيف المركبة -K مستمرا تماما. ومن لمعان المركبة K ونقص لمعانها كلما إتجهنا إلى الخارج من حافة الشمس يمكن تعيين كثافة الإليكترونات فى طبقات مختلفة الارتفاع فى مادة الكورونا.

والمركبة -F (مركبة فرانهوفر) هى أيضا عبارة عن ضوء شمسى مشتت، الشىء الذى يتضح من تطابق طيف هذه المركبة مع طيف ضوء الشمس المباشر. لكن التشتت يحدث فى مناطق مختلفة تماما عما يحدث للمركبة -K، وبالتحديد فإنه يحدث على الجسيمات الترابية الموجودة فى مادة ما بين الكواكب بين الشمس والأرض. هذه الجسيمات الترابية لها أقطار تتراوح من ٦٠ إلى ١ر٠ سم. ولا يمكن أن تكون هذه الجسيمات موجودة فى منطقة يقل بعدها عن الشمس عن ١٠ أمثال قطرها، وإلا تبخرت هذه الجسيمات بفعل الإشعاع الشمسى الشديد. أى أن الجسيمات الترابية لا تنتمى إلى الطبقات الخارجية للغلاف الشمسى (مادة الكورونا). ويرمز لهذه المادة الترابية عادة بالضوء البروجى، لأنها تنتمى إلى السحابة الترابية، التى تظهر فى شكل الضوء البروجى على مسافات زاوية كبيرة من الشمس. أى أن المركبة F تمثل بذلك امتداد الضوء البروجى حتى قرص الشمس. وما يظهر فى طيف المركبة -K من خطوط إمتصاص كالتى توجد فى طيف ضوء الشمس غير المتشتت يرجع إلى أن الجسيمات الترابية الكبيرة لها سرعات أقل كثيرا عن إليكترونات المركبة -K، وذلك على العكس مما يظهر فى طيف الأخيرة. ومن

هنا فهذه الجسيمات تتسبب فى تأثير حرارى دوبلرى صغير جدا .

إن مادة مادة الكورونا لا تشع فقط فى النطاق البصرى من الطيف وإنما أيضا فى كل من الموجات القصيرة والطويلة جدا ، أى بالتحديد فى نطاق أشعة رونتجن والإشعاع الراديوى (← الشمس) . علاوة على ذلك فإن الإشعاع الراديوى الشمسى ، ذو الطول الموجى الأطول عن ١م ، ينشأ كلية من الطبقات العليا فى الكورونا ، لأن هذه الطبقات ليست منفذة للإشعاع المنبعث من الطبقات الأعمق ؛ والطبقات الأعمق والأكثف تظل غير منفذة للإشعاع حتى نطاق الموجات الستيمترية .

ترتبط كثير من ظواهر ← النشاط الشمسى بظواهر الكورونا الشمسية . ومن ذلك على سبيل المثال المادة فوق الساخنة والمتكاثفة فى الكورونا الشمسية ، **تكثفات الإكليل الشمسى** ، التى يمكن أن تبقى لبضع شهور على إرتفاع بضع عشرات الآلاف من الكيلو مترات فوق البقع الشمسية . ويظهر أثر هذه التكثفات فى الإشعاع الراديوى للشمس تماما كالمناطق التى تظهر وقتيا فى الكورونا الشمسية مثل مناطق -R . وربما كان لهذه التكثفات علاقة بمناطق البقع الشمسية فى الفوتوسفير ، إلا أن تركيبها الفيزيائى لا يزال غير معروف . وهناك إشعاعات إضطرابيه قصيرة الزمن فى النطاق الراديوى يمكن أن تكون ناشئة من الإشعاع الجسيمى للشمس أثناء مروره خلال الكورونا الشمسية . ويعتقد أن تكون الإشعاعات الإكليلية الطويلة ناشئة أيضا من التيارات الجسيمية . هذا وقد سبقت الإشارة إلى العلاقة بين تركيب كل من الإشعاع والانحناءات والنتوءات الشميسية . فى النهاية نرى أنه ليس من العجيب فى شيء ، أن يتغير شكل وظواهر الكورونا الشمسية فى أثناء دورة النشاط الشمسى بطريقة منتظمة .

الكورونا -R

R-corona
couronne- R *(sf)*
R-Gebiete *(pn)*

مناطق فى الكورونا الشمسيه تتسبب فى تغيير الاشعاع الراديوى ← للشمس لفترة قصيرة . ولا تظهر لذلك أى أثر فى النطاق البصرى من الطيف .

الكورونوجراف

coronograph
coronographe *(sm)*
Koronograph *(sm)*

هو أحد أجهزة ← أرصاد الشمس .

الكوكب أو النجم السيار

planet
planète *(sf)*
Planet *(sm)*

هو جسم سماوى كبير ضمن المجموعة الشمسيه ، يضيء بما ينعكس عليه من ضوء الشمس . وحتى الآن فإننا نعرف ٩ كواكب هى حسب بعدها عن الشمس : عطارد ، الزهره ، الأرض ، المريخ ، المشترى ، زحل ، يورانوس ، نبتون ، بلوتو . أما ما يؤثر على مدار بلوتو فى بعض الأحيان ، ويعرف تحت إسم ترانس بلوتو (ما بعد بلوتو) فلم يكتشف بعد .

وعلى خلاف النجوم الثوابت ، التى نراها كنقط مضيئه فإن الكواكب ترى فى المنظار كأقراص كبيره إلى حد ما حسب أبعادها وأحجامها . وهذا هو السبب فى تأثر الكواكب ← بالتألق بدرجة أقل من النجوم الثوابت . واللمعان الظاهرى للكواكب مختلف جدا ، فألمعها بعد الشمس والقمر هى الزهره ؛ وأحيانا يكون كل من المريخ والمشترى ألمع من الشعرى اليمانيه ، التى تعتبر ألمع نجوم السماء ؛ أما لمعان كل من عطارد والمشترى فيعادل أحيانا النجمين اللامعين النسر الواقع والسماك الرامح ؛ ويرى زحل بالكاد بالعين المجرده ، بينما نبتون وبلوتو لا يشاهدان إلا بالمنظار أو على الصور الفوتوغرافيه . ولمعان